ADALÉKANYAGOK TULAJDONSÁGAI

Rövid gyakorlati összefoglaló

Dr. Kausay Tibor

Budapest, 2017. február, frissítve. 2018. február

A részleteket lásd a 106, 107 és 108 dolgozatban

A beton, habarcs, aszfalt stb. szilárdságára, testsűrűségére, általában minden tulajdonságára a megszilárduló keverékben lévő az adalékanyag mennyiségén kívül az adalékanyag minősége is nagy hatással van.

Ez teszi indokolttá, hogy az adalékanyagok

- fajtáival,
- tulajdonságaival és minőségével,
- minőségi követelményeivel,
- minőségének vizsgálatával

foglalkozzunk, és azokat megismerjük.

Adalékanyagnak a természetes és mesterséges eredetű, a természetben aprózódott, vagy a kőfeldolgozás eszközeivel aprított (tört), esetleg granulált szemhalmazokat nevezzük, amelyek a megszilárduló keverékben a kötőanyagon, a vízen, a kiegészítőanyagon, az adalékszeren kívül például a betonok és a habarcsok fő alkotórészei, és összességükben a betonok és habarcsok üregmentes térfogatának legalább 50-60 %-át kitöltik.

Nehéz adalékanyag

MSZ EN 1097-6 szerinti testsűrűsége kiszárított állapotban $\geq$ 3000 kg/m^3.

Közönséges adalékanyag

MSZ EN 1097-6 szerinti testsűrűsége kiszárított állapotban

$>$ 2000 kg/m^3 és $<$ 3000 kg/m^3

Könnyű adalékanyag

MSZ EN 1097-6 szerinti testsűrűsége kiszárított állapotban $\leq$ 2000 kg/m^3, vagy MSZ EN 1097-3 szerinti halmazsűrűsége laza és kiszárított állapotban $\leq$ 1200 kg/m^3

TESTSŰRŰSÉG FOGALMA

A testsűrűség az összefüggő anyag (tehát nem szemhalmazok) tömegének és térfogatának hányadosa, ha a térfogatból az anyagban lévő pórusok térfogatát nem vonjuk le.

Mértékegysége például: kg/m^3, g/cm^3

Magyarországon előforduló és építési célra felhasználható kőzetek megnevezése az MSZ 18281:1979 szabvány szerint

Piros színnel az adalékanyag céljára (is) termelt kőzetek neve látható, amelyek vagy *természetes aprózódásúak*, vagy mesterségesen aprítottak (zúzottkövek).

Kőzetek keletkezés szerinti osztálya		Kőzet megnevezése
Magmás vagy eruptív kőzetek	Mélységi kőzetek	Gránit, Szienit, Diorit, Gabbró
	Kiömlési kőzetek	Riolit, Dácit, Andezit, Bazalt, Diabáz, Fonolit, Perlit (duzzasztva)
	Vulkáni törmelékes kőzetek	Riolittufa, Dácittufa, Andezittufa, Bazalttufa

Magmás vagy eruptív kőzetek, alcsoport: alkálimész kőzetek

$Al_2O_3 \geq Na_2O + K_2O$
(molekula %-ban)

Effuzív
vagy kiömlési
vagy vulkáni kőzetek

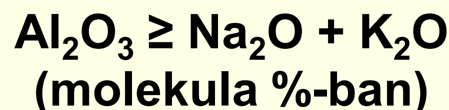
Káliföldpát + kevés plagioklász		Plagioklász		
		savanyúbb		bázisos
+ kvarc	—kvarc	+ kvarc	— kvarc	
Riolit (liparit)	Trachit	Dácit	Andezit	Bazalt

SiO_2	90% Savanyú) ⟶ fogy ⟶ (Bázisos) kb. 32%
Sűrűség	2,65 (Könnyű) ⟶ nő ⟶ (Nehéz) 2,9—3,5
Olvadáspont	1215—1260° C ⟶ fogy ⟶ 980°—1260° C
Érctartalom	Szegény ⟶ nő ⟶ Gazdag
Szín	Világos ⟶ sötétség nő ⟶ Sötét
Törőszilárdság	1000—2500 kg/cm² ⟶ nő ⟶ 2000—5000 kg/cm²
Hővezetőképesség	0,003 ⟶ nő ⟶ 0,007

Részlet *Vendl Aladár*: Geológia I. kötet Tankönyv-kiadó, Budapest, 1953. könyvből

Kausay

Magmás vagy **eruptív kőzetek, alcsoport: alkálimész kőzetek**



Mélységi kőzetek

Káliföldpát + kevés plagioklász		Plagioklász		
		savanyúbb		bázisos
+ kvarc	—kvarc	+ kvarc	— kvarc	
Gránit	Szienit	Kvarc-diorit Grano-diorit	Diorit	Gabbró

SiO_2	90% Savanyú)	⟶	fogy	⟶	(Bázisos) kb. 32%
Sűrűség	2,65 (Könnyű)	⟶	nő	⟶	(Nehéz) 2,9—3,5
Olvadáspont	1215—1260° C	⟶	fogy	⟶	980°—1260° C
Érctartalom	Szegény	⟶	nő	⟶	Gazdag
Szín	Világos	⟶	sötétség nő	⟶	Sötét
Törőszilárdság	1000—2500 kg/cm²	⟶	nő	⟶	2000—5000 kg/cm²
Hővezetőképesség	0,003	⟶	nő	⟶	0,007

Részlet *Vendl Aladár*: Geológia I. kötet Tankönyv-kiadó, Budapest, 1953. könyvből

Kausay

Üledékes kőzetek	Laza törmelékes kőzetek	Agyag (és iszap), *Homok,* *Homokos kavics, Kavics,* *Dolomit murva,*
	Összeálló törmelékes kőzetek	Konglomerátum, Breccsa, Homokkő
	Mállási maradéküledék	Bentonit, bauxit
	Vegyi üledékes kőzetek	Forrásvízi (=Édesvízi) mészkő, Durva mészkő, Tömött mészkő, Dolomit, Márga, Magnezit
	Laguna-üledék	Gipszkő, Anhidrit
Átalakult kőzetek	Kőzet meg-neve-zése	Márvány, Szerpentin (-azbeszt), Gnájsz, Csillámpala, Fillit, Kloritpala, Agyagpala, Kvarcit, Kvarcitpala

Építési „összeálló” kőanyagok hazai előfordulási helye és példa a felhasználásra [Jelenleg - tudomásom szerint - nem termelő bányák]

Kőzet neve	Bánya megnevezése	Példa a felhasználásra
Gránit	[Erdősmecske], [Sukoró]	Útburkolókő Zúzottkő
Riolit	[Gyöngyössolymos]	Zúzottkő
Dácit	Szob-Csákhegy, Dunabogdány	Útburkolókő (Hősök tere) Zúzottkő, Terméskő
Andezit	Szob-Malomvölgy, Nógrádkövesd, Gyöngyös, Recsk, Tállya, Tarcal, Sárospatak, Komló	Útburkolókő Zúzottkő Terméskő
Bazalt	Uzsa, [Zalahaláp], Sümeg, Diszel, Vindornyaszőlős	Útburkolókő Zúzottkő Terméskő

folytatás a következő oldalon

Építési „összeálló" kőanyagok hazai előfordulási helye és példa a felhasználásra [Jelenleg - tudomásom szerint - nem termelő bányák]
f o l y t a t á s

Kőzet neve	Bánya megnevezése	Példa a felhasználásra
Diabáz	[Szarvaskő] (sötétzöld)	Zúzottkő
Mészkő	Nagyharsány (szürke)	Gellért Szálló Cukrászda (Falburkolat) Zúzottkő, őrlemény
	Epöl, Polgárdi, Tatabánya (Veres-hegy), Dorog, Keszeg, Felnémet	Zúzottkő, őrlemény
Dolomit	Gánt, Iszkaszentgyörgy Pilisvörösvár	Zúzottkő, őrlemény

Jelmagyarázat a következő két táblázathoz:

d = névleges legkisebb szemnagyság

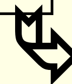
D = névleges legnagyobb szemnagyság

XX = termékminősítő vizsgálat, amelyre van követelmény érték

X = általában elvégzendő vizsgálat, amelyre nincs követelmény érték

Y = gyanú esetén elvégzendő vizsgálat

Tulajdonság	Vizsgálati szabvány	Homok	Kavics	Zúzottkő	Könnyű kőanyag-halmaz
		Homokos kavics			
Testsűrűség	MSZ EN 1097-6			XX	XX
Halmazsűrűség	MSZ EN 1097-3				XX
Vízfelvétel	MSZ EN 1097-6	X		X	X
Szemmegoszlás	MSZ EN 933-1 MSZ 4798-1 MSZ 18288-5	XX	XX	XX	X
Szemalak, ha *d* > 4 mm	MSZ EN 933-3 (réses rosta) MSZ EN 933-4 (h/v=3)			XX	XX
Szemalak, ha *D* ≤ 4 mm	MSZ EN 933-6 MSZ 18288-3 3. fejezet	X		X	X
Los Angeles aprózódás	MSZ EN 1097-2 MSZ 18287-1		XX	XX	
Mikro-Deval aprózódás	MSZ EN 1097-1 MSZ 18287-6		XX	XX	
Magnézium-szulfátos aprózódás	MSZ EN 1367-2 MSZ 18289-3			XX	



Halmaz-szilárdság	**MSZ EN 13055-1 A melléklet**				**X**
Fagyállóság	**MSZ EN 13055-1 C melléklet**				**X**
Agyag-iszap tartalom	**MSZ 18288-2**	**XX**			
Vízoldható kloridion tartalom	**MSZ EN 1744-1 7. fejezet**	**XX**	**XX**		
Vízoldható szul-fátion tartalom	**MSZ EN 1744-1 10. fejezet**	**XX**	**XX**		
Szerves szennyeződés	**MSZ EN 1744-1 15.1. szakasz**	**X**	**X**	**X**	**X**
Pirit szennyeződés	**MSZ EN 1744-1 14.1. szakasz**	**Y**	**Y**	**Y**	
Alkáli szilikát reakció hajlam	**MSZ 4798-1 MSZ EN 12620 MSZ EN 13055-1 MSZ CR 1901**	**Y**	**Y**		
Alkáli dolomit reakció hajlam	**MSZ 4798-1 MSZ EN 13055-1**			**Y**	

SZEMSZERKEZET
(Geometriai tulajdonság)

SZEMSZERKEZET FOGALOMKÖRE

FOGALOM	SZEM-NAGYSÁG	SZEMALAK	SZEM-ÉRDESSÉG
	esetén elvonatkoztatunk		
SZEM-NAGYSÁG		szem-nagyságtól	szem-nagyságtól
SZEMALAK	szemalaktól		szemalaktól
SZEM-ÉRDESSÉG	szem-érdességtől	szem-érdességtől	

Kausay

SZEMNAGYSÁG, SZEMMEGOSZLÁS

'06 06 14

32 mm

16 mm

8 mm

4 mm

2 mm

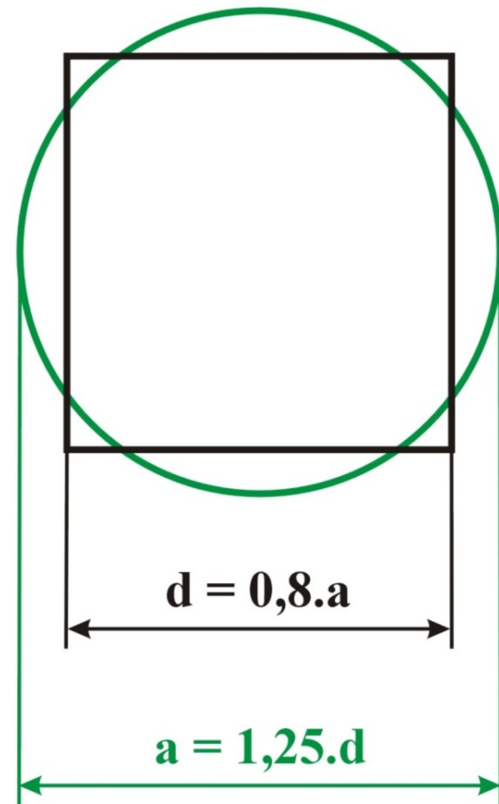
1 mm

0,5 mm

0,25 mm

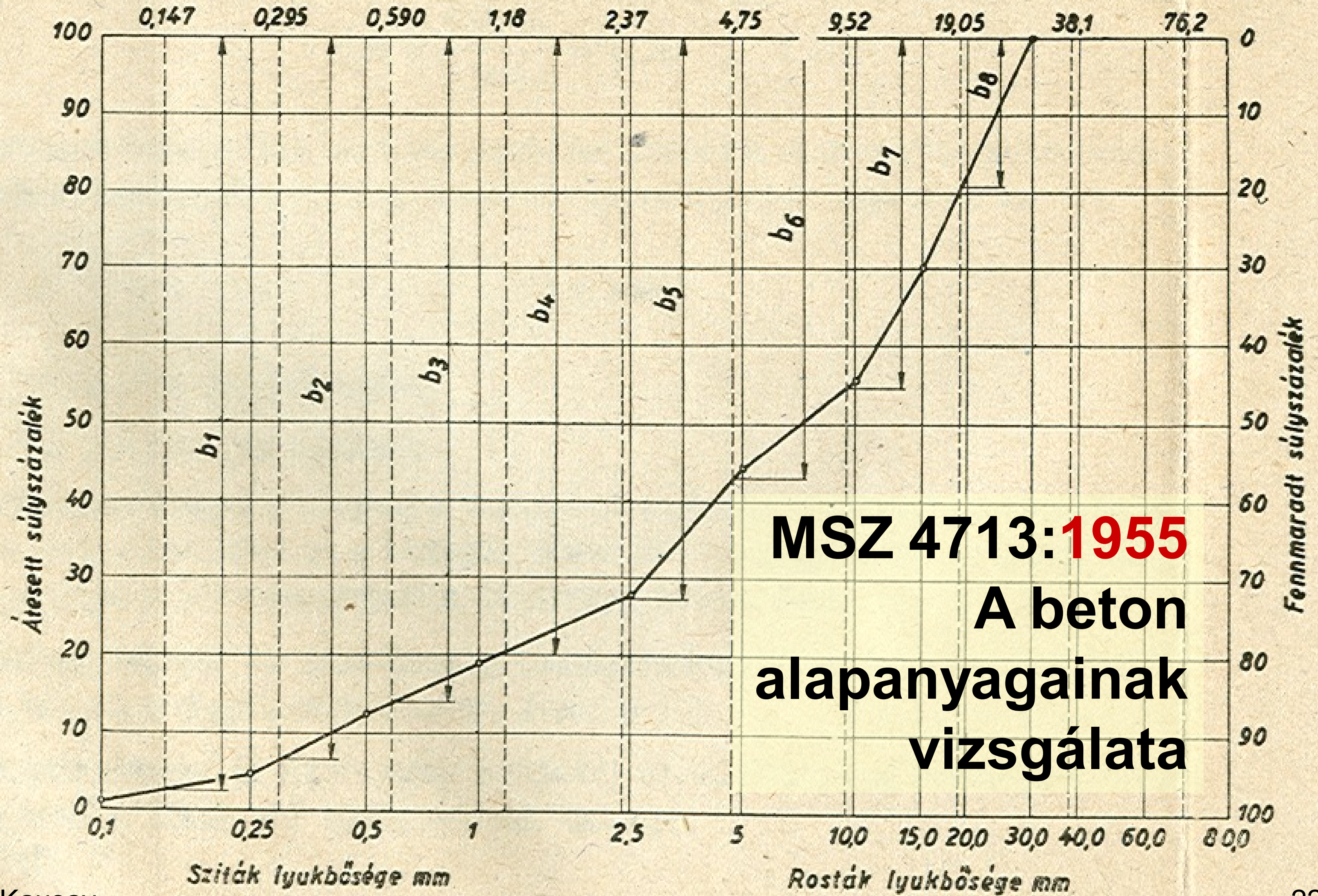
0,125 mm

0,063 mm



*Churchill kedvenc itala a fekete címkés **Johnnie Walker** volt. A Johnnie Walker palackja azért lett hagyománybontóan szögletes, mert a nagy tengerentúli kereslet miatt csak így tudták megoldani, hogy szállításkor minél több üveg férjen bele egy ládába. Azóta ez lett a Johnnie egyik márkajele.*

Ugyanebből a meggondolásból alkalmazzák a négyzetlyukú szitákat, ugyanis azok fajlagos nyílásfelülete, azaz hatékonysága nagyobb, mint a körlyukú rostáké.



MSZ 4713:1955
A beton alapanyagainak vizsgálata

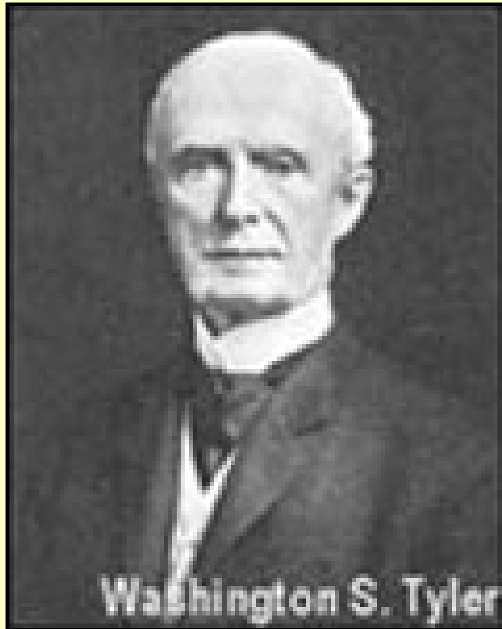
MSZ 4713:1955 A beton alapanyagainak vizsgálata című szabvány szerint a finomsági modulust a *Tyler-féle* szitasor lyukbőségeinek megfelelő ordinátákon leolvasott, fennmaradt tömegszázalékok összegének századrészeként számítottuk ki.

A *Tyler-féle* szitasor szitái:

0,147 (0,15); 0,295 (0,3); 0,59 (0,6); 1,18 (1,2); 2,37 (2,5); 4,75 (5,0); 9,52 (10,0); 19,05 (20,0); 38,1 (40,0); 76,2 (80,0) mm.

A *Tyler-féle* szitasort 1977 óta nem használjuk.

Eredeti *Tyler*-féle szita



Washington S. Tyler **(1835, Ohio City – 1917, Cleveland)**

1872-ben kezdett szitaszövetet gyártani az általa Clevelandban (Amerikai Egyesült Államok, Ohio állam) „Cleveland Wire Works” néven alapított üzemben.

A nevét viselő *Tyler*-féle szabványos lyukbőségű szitaszövet sorozatot 1910-ben tudományos igénnyel fejlesztette ki, és azt az Amerikai Egyesült Államok és számos más ország nem sokára szabványosította. Ezt követően a szitasorozathoz elkészítette a kézi szitálást utánozó, vízszintes forgómozgással és egyidejűleg függőleges kopogtatással osztályozó *Tyler*-féle laboratóriumi szitagépet.

MSZ 4713:1955 A beton alapanyagainak vizsgálata

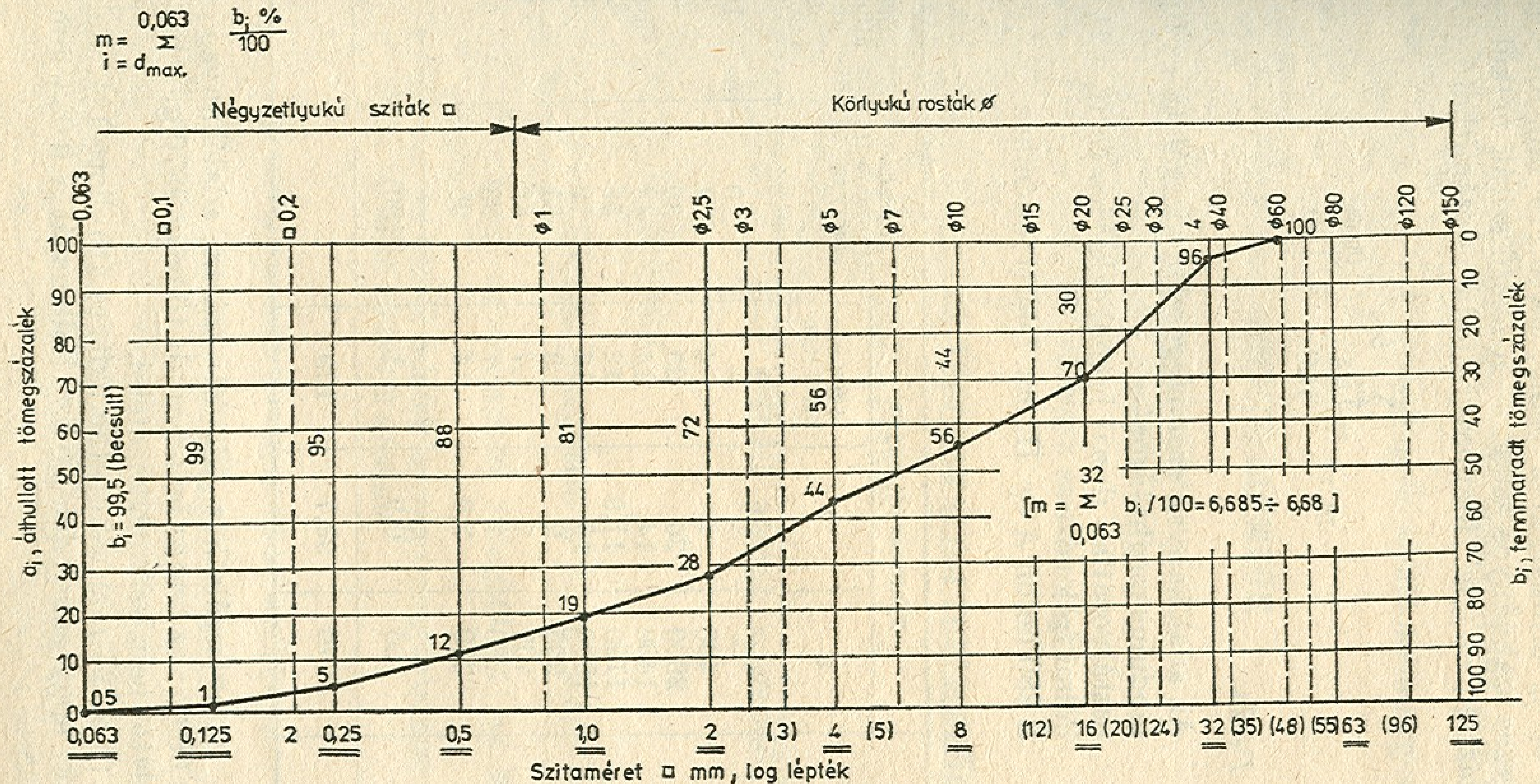
„A teljes szita-, ill. rostasorozat tagjai alulról felfelé: alsó tálca, 0,1; 0,25; 0,5; 1,0 huzal szövetű sziták, 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80 mm lyukbőségű körlyukú rosták, 1 mm vastag acéllemezből, jól illeszthető zárt fedéllel.”

MSZ 4713-3:1977 A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag →

MSZ 18288-1:1978 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlás vizsgálata szitálással

„A vizsgálathoz 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 63; 96; 125 mm négyzetes lyukú szitákból álló („A”) szitasorozatot kell alkalmazni”

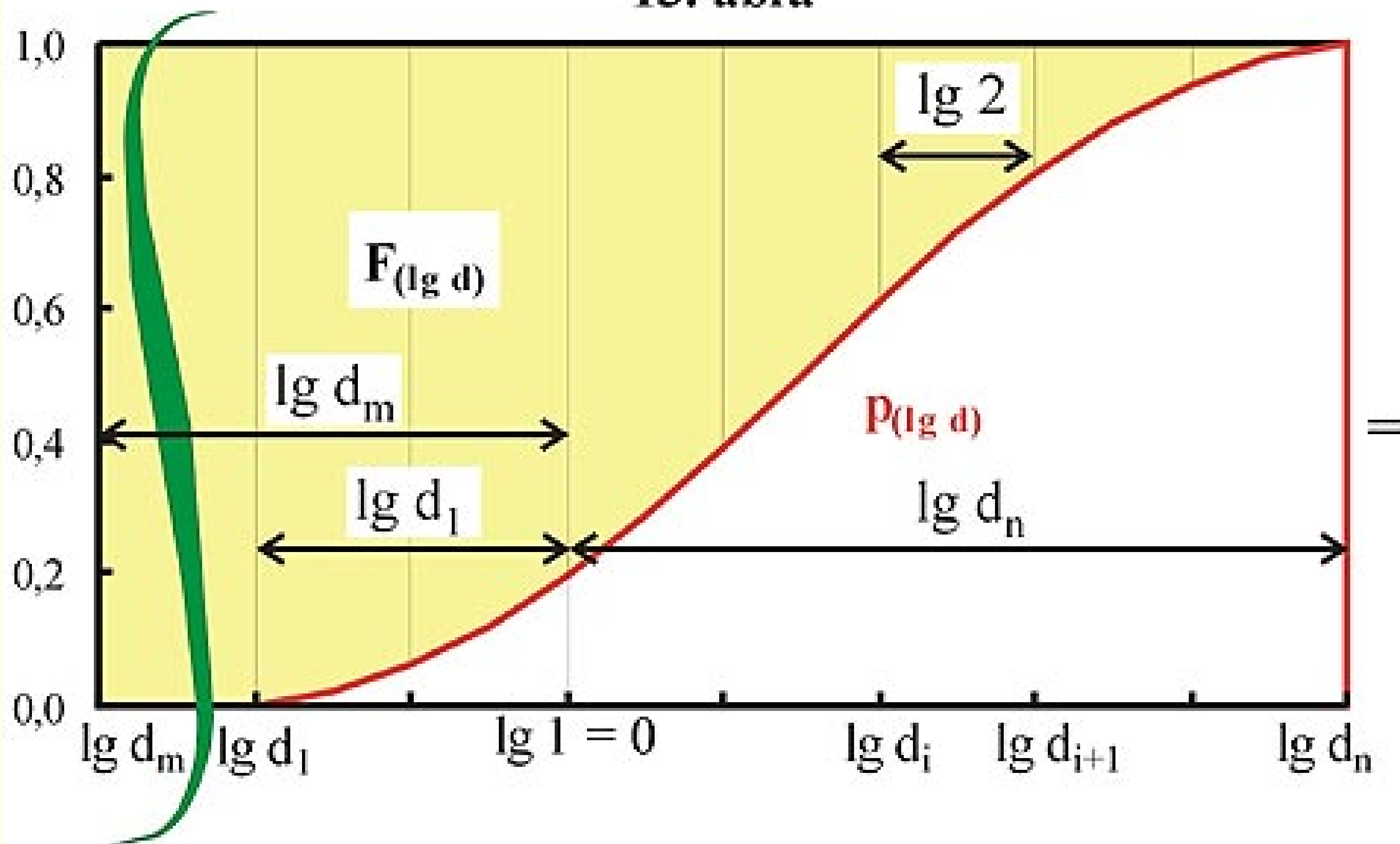
MSZ 4713-3:1977
A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag



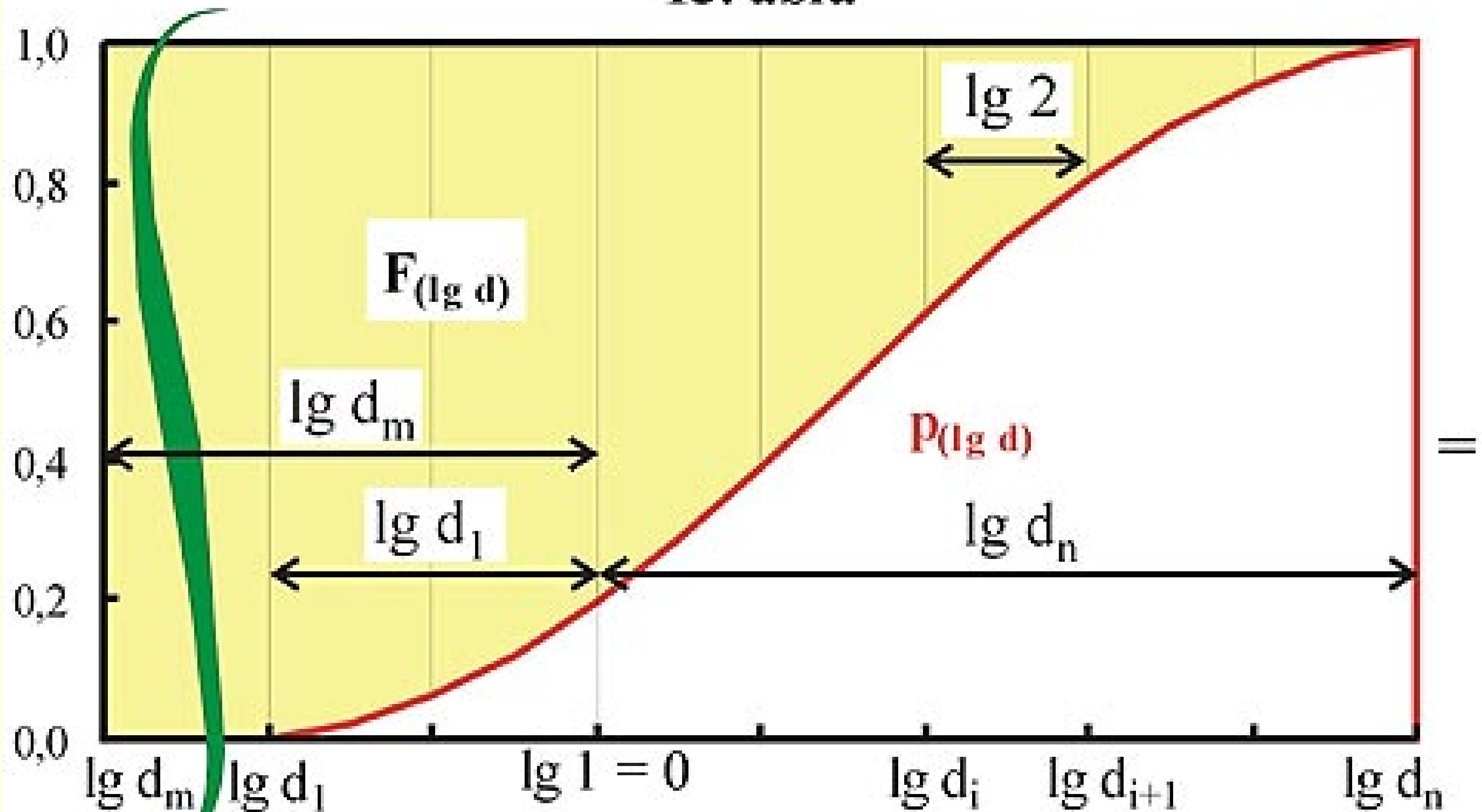
1. ábra

MSZ 4713-3:1977
A beton alapanyagainak munkahelyi vizsgálata. Adalékanyag

1. ábra


13. ábra
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
lg 2
F(lg d)
lg dm
lg d1
p(lg d)
lg dn
lg dm
lg d1
lg 1 = 0
lg di
lg di+1
lg dn
=

↑d_m = 0,063 mm



↑d_m = 0,063 mm

A finomsági modulus = a görbe alatti terület osztva 100-zal

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Abrams, 1918	0,147
Hummel, 1930	0,1
Spindel, 1931	0,001
Stern, 1932	0,001
MNOSZ 934:1949	0,147
Palotás, 1952	0,15
MSZ 4713:1955	0,147

Forrás megnevezése	Abszcissza-tengely kezdőértékhez tartozó szemnagyság d_m [mm]
Palotás, 1961	0,15
MSZ 4713-3:1977	0,063
MSZ 18288-1:1983	0,063 vagy 0,125
MSZ EN 12620:2008*	0,125
MSZ EN 13139:2006*	0,125
MSZ 4798:2016	0,063
*Csak a 4 mm alatti frakciókra értelmezik	

Az abszcissza-tengely kezdőértéke a finomsági modulus számításához

A szemmegoszlási görbe ordinátájának beosztása tömegszázalék vagy térfogatszázalék

A **térfogatszázalékos** ordináta-beosztást akkor kell alkalmazni, ha az adalékanyagot több, <u>különböző testsűrűségű szemekből</u> álló frakcióból állítjuk elő.

Például:

- zúzottkőbeton esetén, ha a 4 mm alatti szemek bizonyos hányada nem zúzottkő, hanem homok;
- nehéz beton vagy könnyű beton esetén, amely nem csak nehéz, illetve nem csak könnyű adalékanyagot, hanem közönséges adalékanyagot is tartalmaz;
- újrahasznosított adalékanyagként felhasznált, kellőképpen előkészített építési és bontási hulladék (beton vagy/és tégla hulladék) esetén.

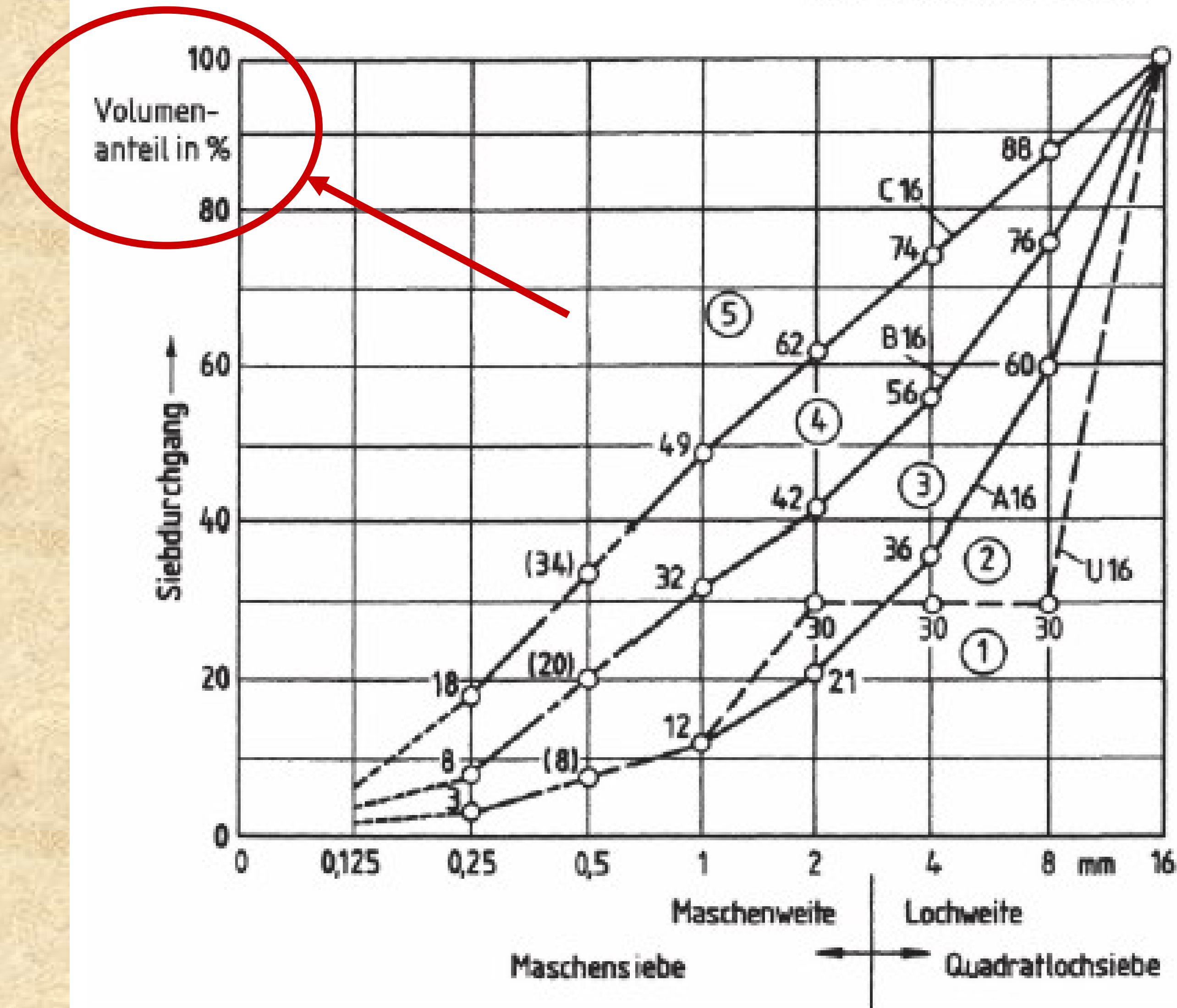
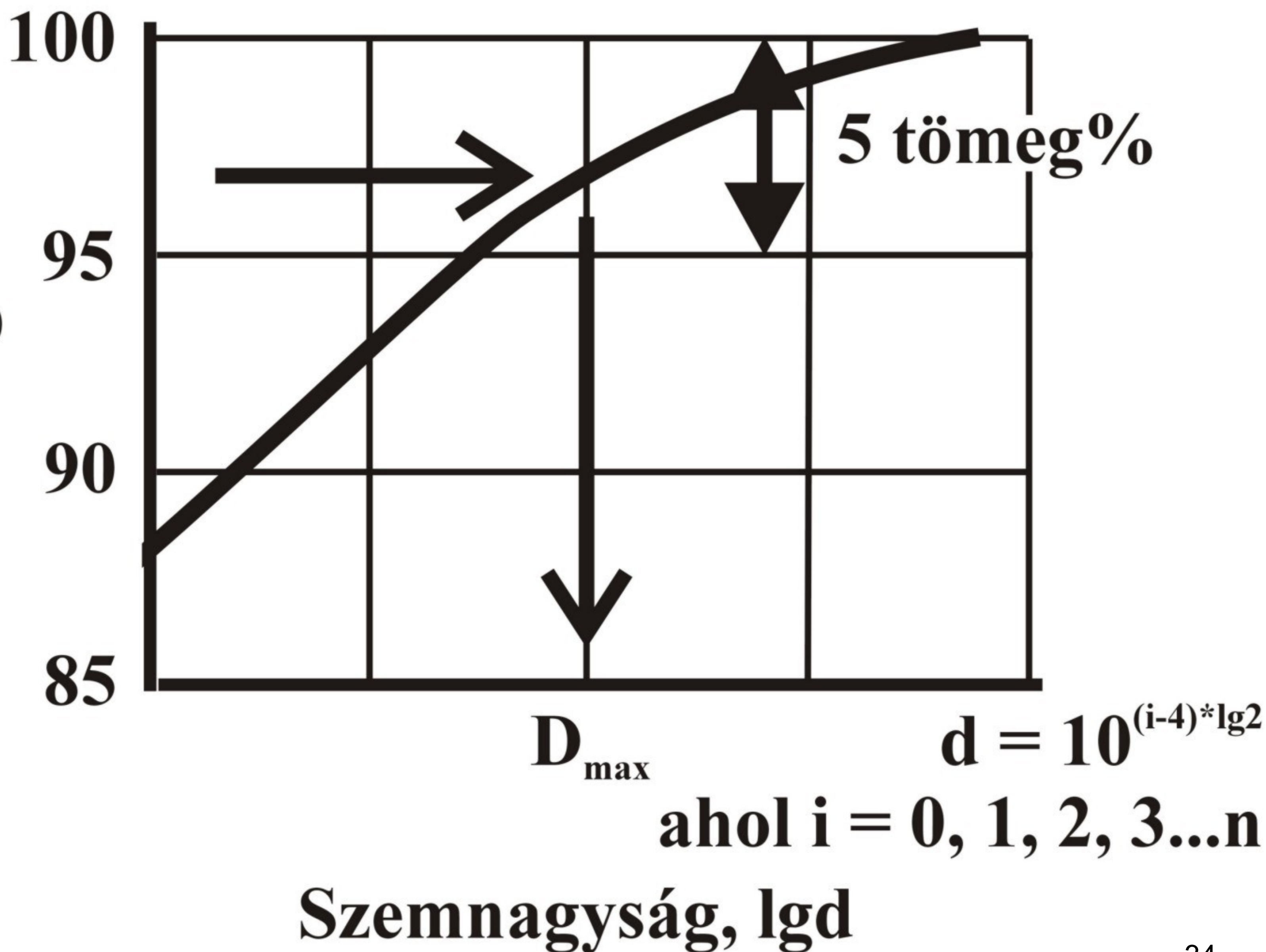


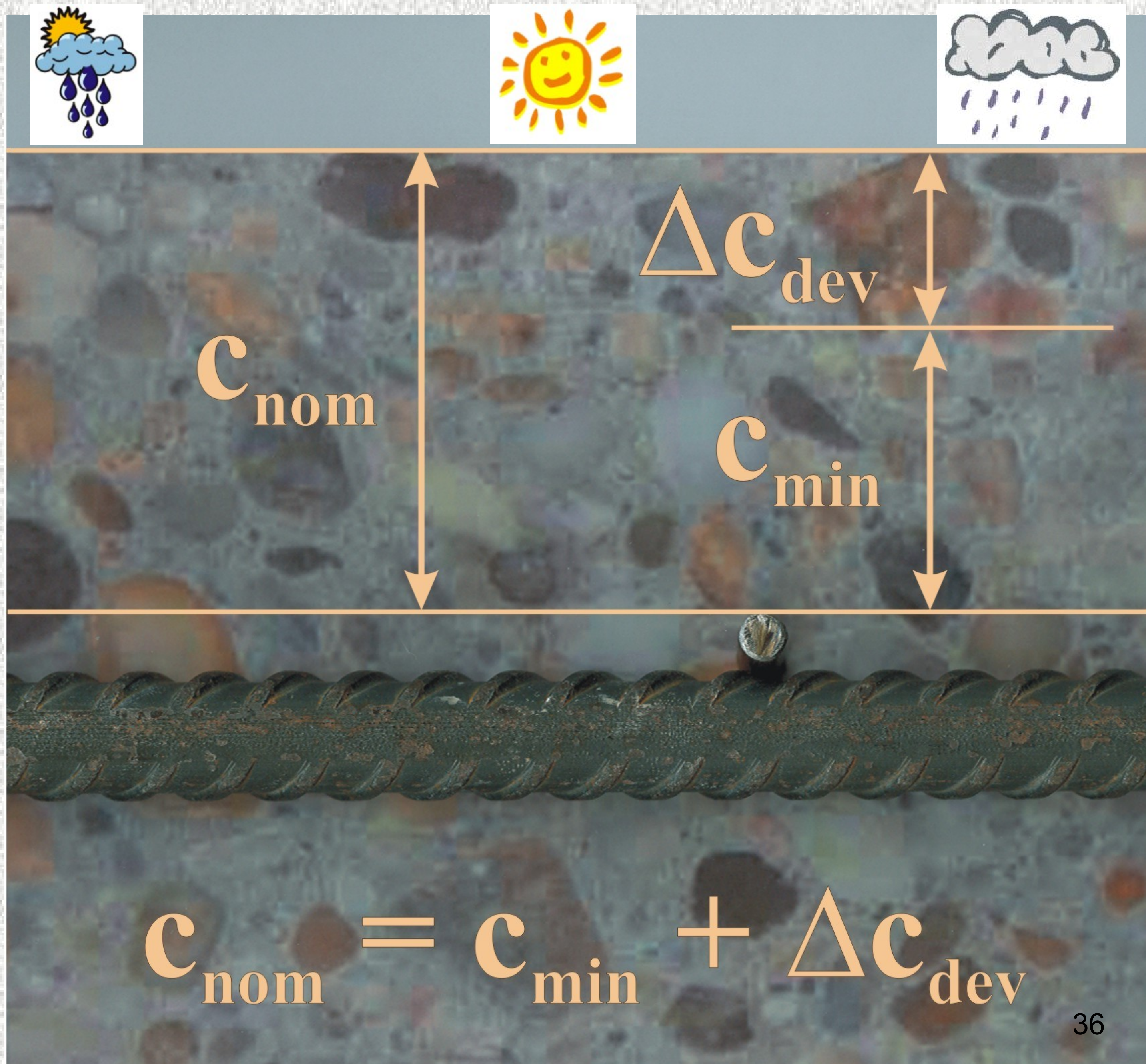
Bild L.2 — Sieblinien mit einem Größtkorn von 16 mm


Összes áthullott anyag, tömeg%
100
95
90
85
5 tömeg%
D max
d = 10^(i-4)*lg2
ahol i = 0, 1, 2, 3...n
Szemnagyság, lgd

A D_{max} **értéke** nem lehet nagyobb, mint a következő három adat közül a legkisebb:

- a szerkezetrész legkisebb méretének *egyharmada*;
- a névleges betonfedés, c_{nom} *kétharmada*;
- az acélbetétek egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) *kétharmada*.

c_{nom} = általában legalább 35-45 mm



Homok, kavics, homokos kavics termékek szemnagysága az MSZ 4798:2016 betonszabványban (NAD), az MSZ EN 12620:2002+A1:2008 „Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) betonhoz” című szabvány figyelembevételével

Alap- szitasorozat mm	Alap- + 1. kiegészítő szitasorozat, mm	Alap- + 2. kiegészítő szitasorozat, mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
–	5,6 (5)	–
–	–	6,3 (6)
8	8	8
–	–	10
–	11,2 (11)	–
–	–	12,5 (12)
–	–	14
16	16	16
–	–	20
–	22,4 (22)	–
31,5 (32)	31,5 (32)	31,5 (32)
–	–	40
–	45	–
63	63	63

MSZ EN 12620:2008

1. táblázat: Sziták lyukbősége a frakciók szemmeg-oszlásának meghatáro-zására

Megjegyzés: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerű-sített megadására alkalmasak.

A kőanyaghalmaz szemnagysága mm		Szitákra vonatkozó határértékek (Áthullott tömegszázalékokban)	
Alap- +1. kiegészítő szitasorozat	Alap- +2. kiegészítő szitasorozat	40 ± 20	70 ± 20
		A szita lyukbősége mm	
-	0/6,3	1	4
0/8	0/8	1	4
-	0/10	1	4
0/11,2 (11)	-	2	5,6 (5)
-	0/12,5 (12)	2	6,3 (6)
-	0/14	2	8
0/16	0/16	2	8
-	0/20	2	10
0/22,4 (22)	-	2	11,2 (11)
0/31,5 (32)	0/31,5 (32)	4	16
-	0/40	4	20
0/45	-	4	22,4 (22)

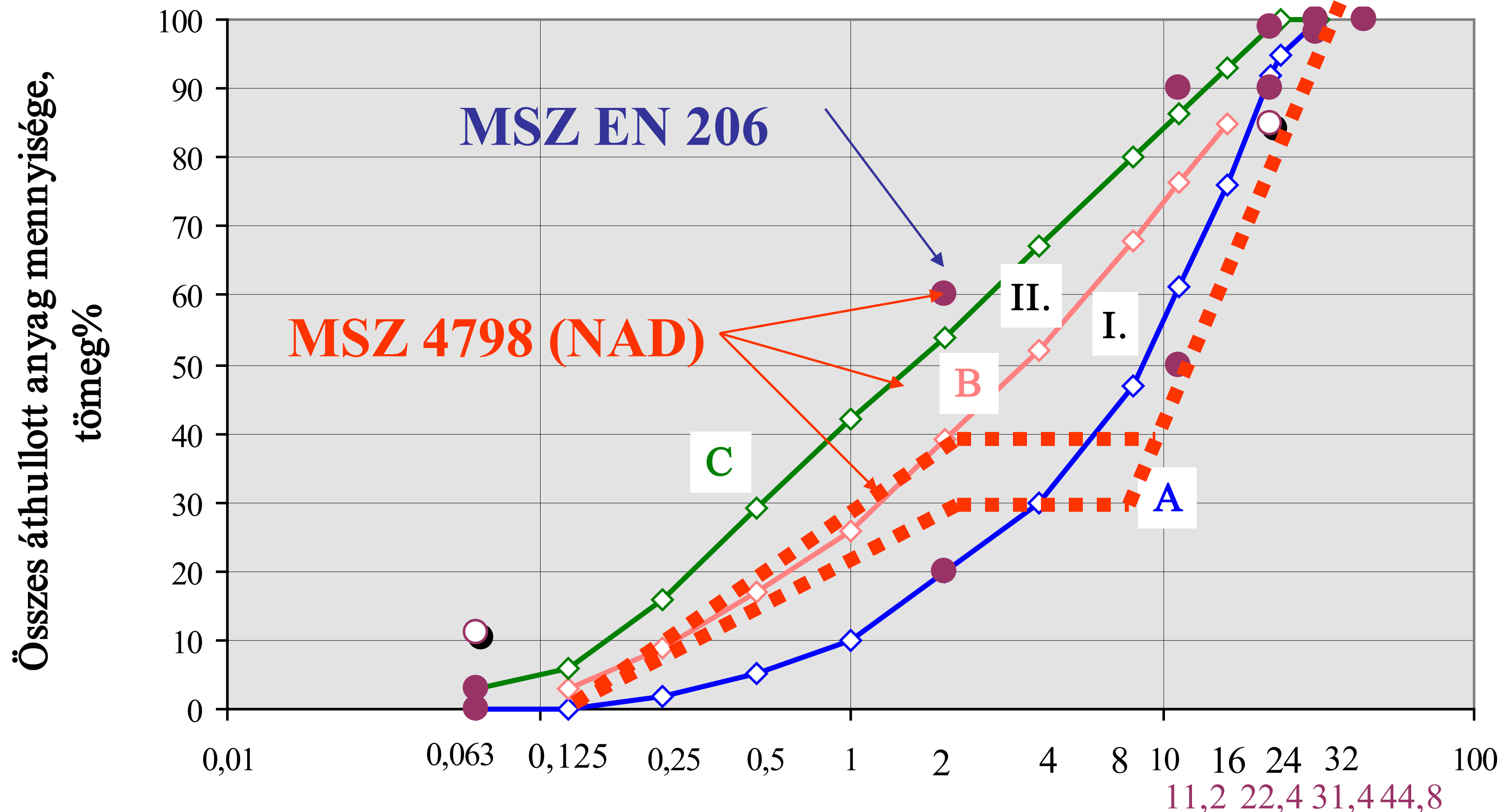
MEGJEGYZÉS: A zárójeles kerekített méretek a frakciók egyszerűsített megadására alkalmasak.

MSZ EN 12620 6. tábl.: Kő-anyag-halmaz keve-rékek szem-meg-oszlási köve-telmé-nyei

MSZ 4798 Megnevezés	Határ szemnagyság: Méret, mm		Határ szemnagyság: Feltétel	Közbenső ellenőrző szita, mm	Példa mm/mm
Homok	d=0	D≤4		0,063; 0,25; 1	0/1; 0/2; 0/4
Homok fr.	d>0	D=4	MSZ EN nem ismeri, NAD!		1/4; 2/4
Homokos kavics frakció!	d=2	4<D≤ 11,2→12 !	Szűk frakció, D/d≤6	4	2/8; 2/12!
	d=2	D> 11,2→12 !	Nyújtott fr., 6<D/d≤10	4; 8	2/16; 2/20
Kavics frakció	d≥4	D≥8	Szűk frakció, D/d≤2	—	4/8; 8/16; 16/32
	d≥4	D>8	Nyújtott fr., D/d>2	D/2	4/16; 8/32
Homokos kavics	d=0	D≤45 →63!		D/(6,25–11,2) D/2	0/8; 0/16; 0/24; 0/32

Beton adalékanyagok szemmegoszlásának határgörbéi

Legnagyobb szemnagyság: 24 mm

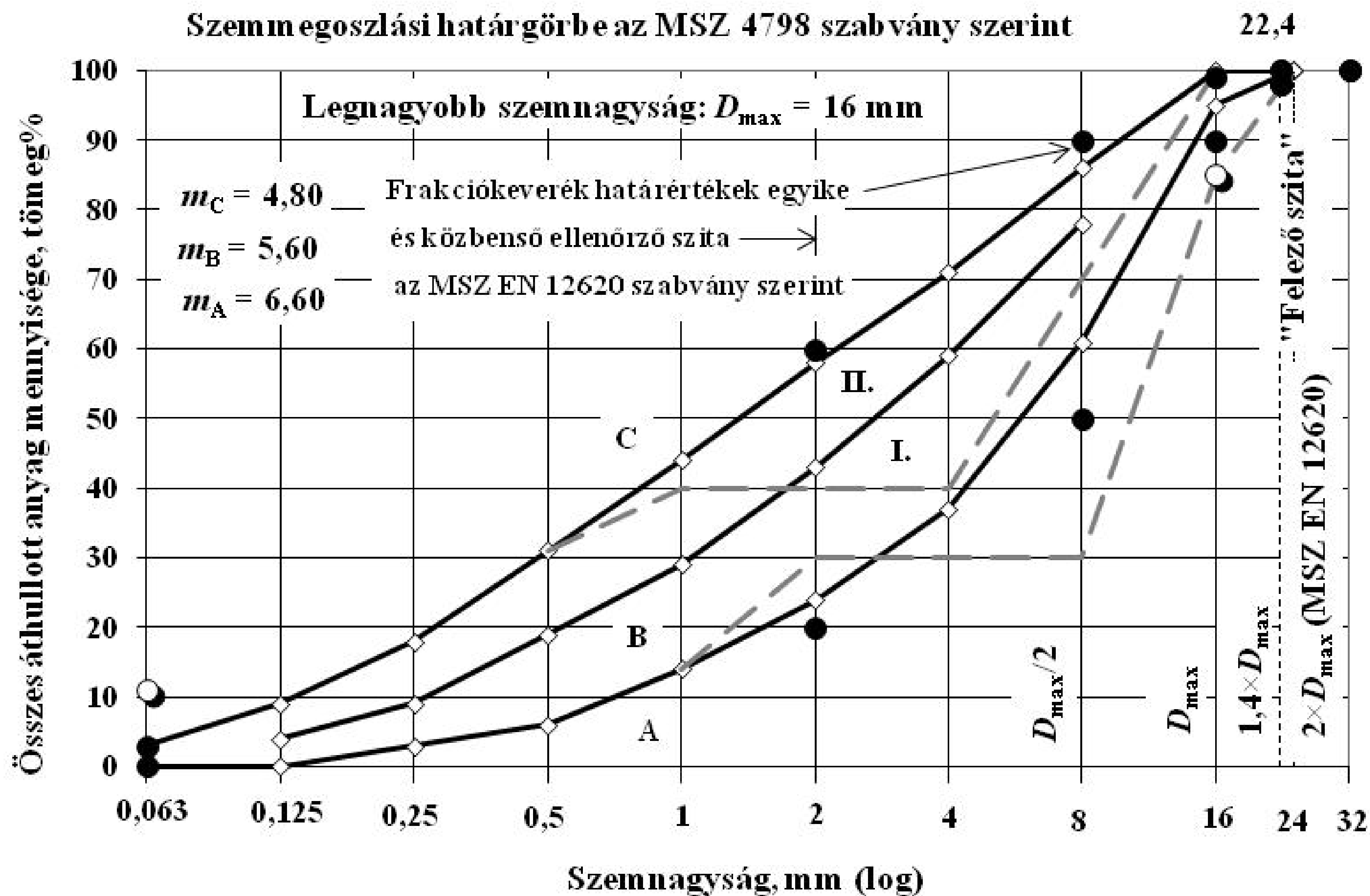


A lépcsős szemmegoszlás egy-lépcsős.

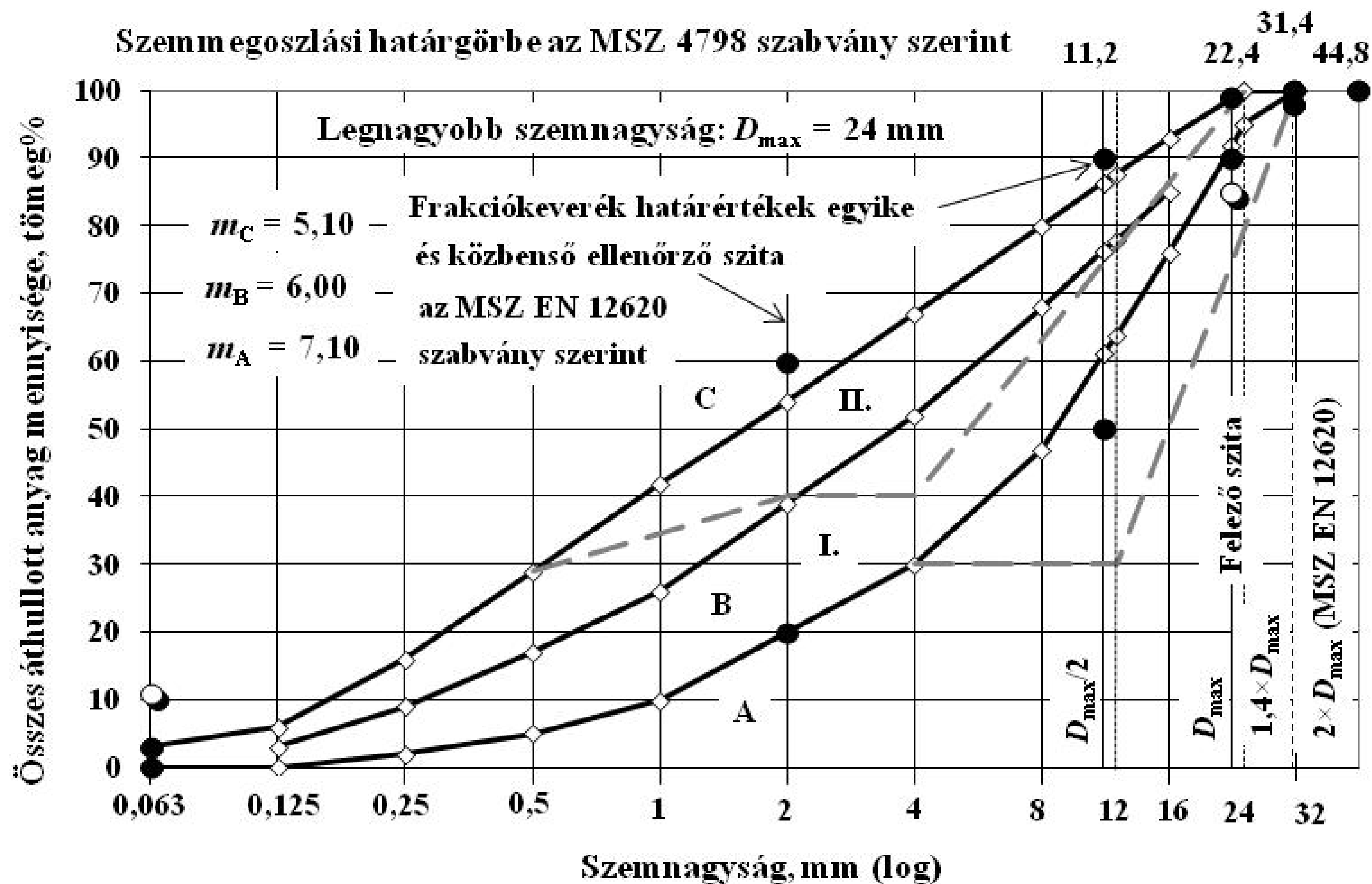
A hiányzó szemeknél finomabb szemek mennyisége a keveréknek 30-40 tömegszázalékát,

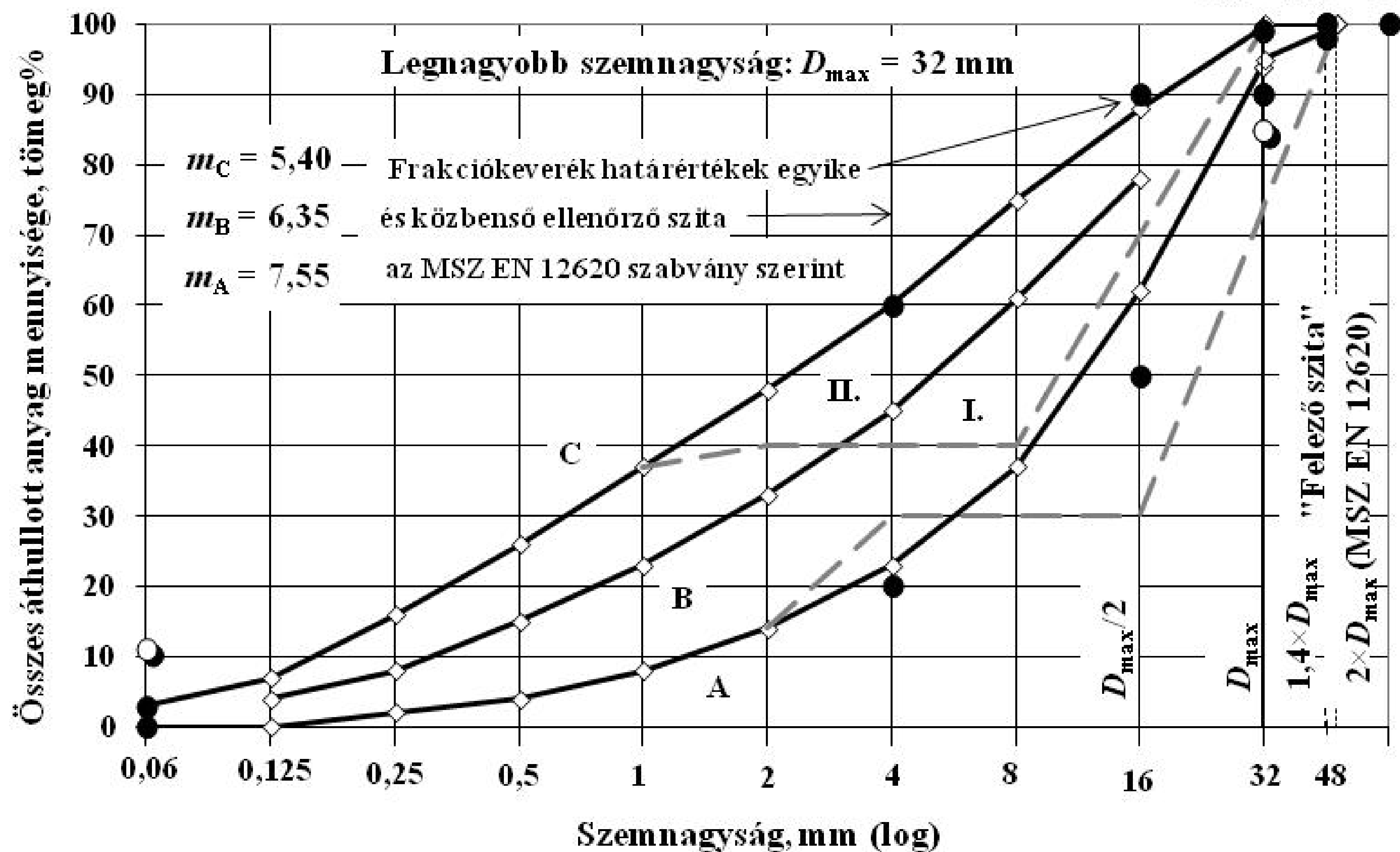
illetve a hiányzó szemeknél durvább szemek mennyisége a keveréknek 60-70 tömegszázalékát tegye ki.

A lépcső az összes áthullott anyag mennyiség (35±5) tömegszázalék közötti tartományában helyezkedjék el.



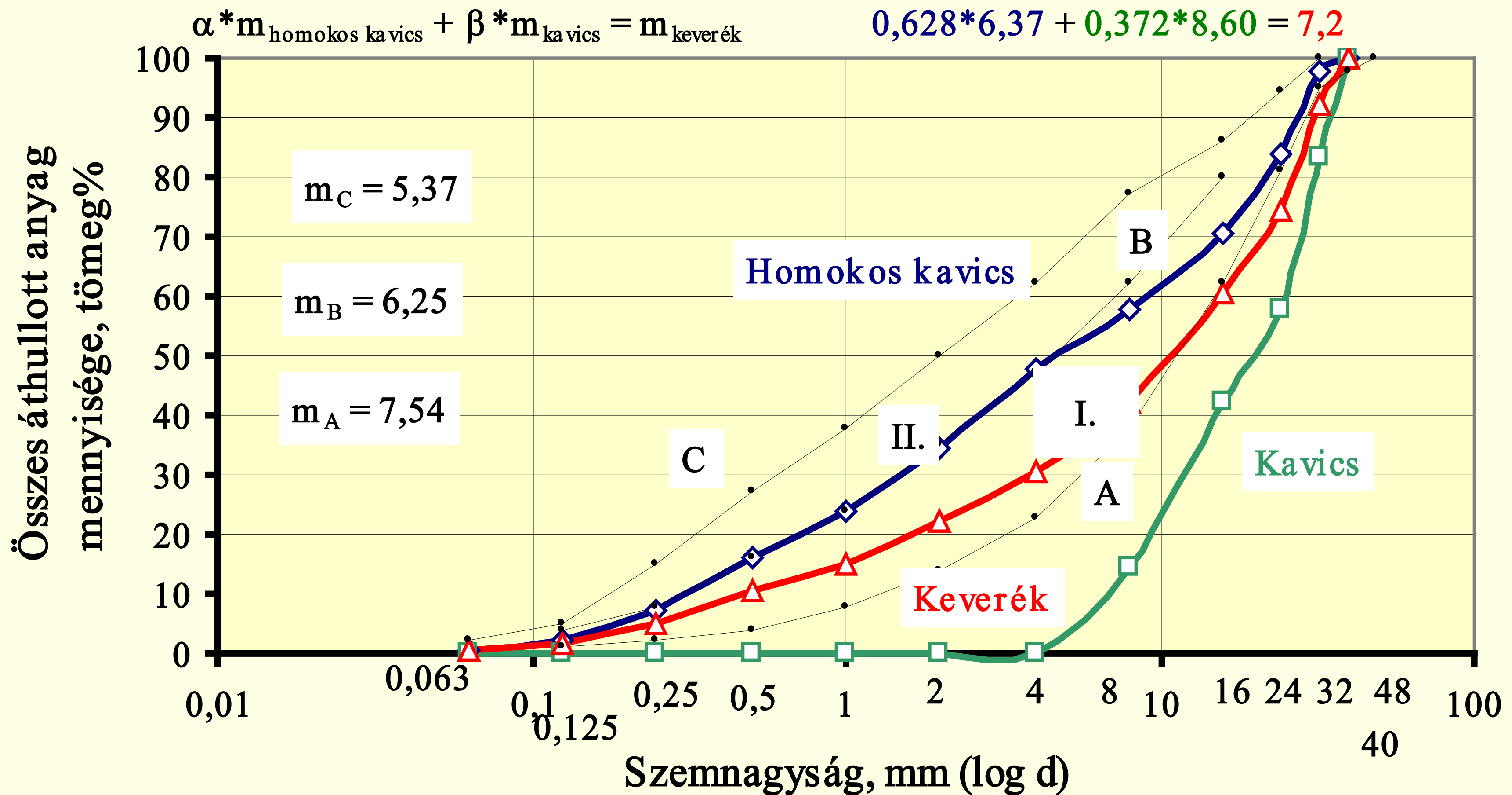
Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
22,4
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 16 mm
m_C = 4,80
m_B = 5,60
m_A = 6,60
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620 szabvány szerint
"Felező szita"
II.
I.
C
B
A
$D_{max}/2$
D_{max}
$1,4 \times D_{max}$
$2 \times D_{max}$ (MSZ EN 12620)
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0,063
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
16
24
32
Szemnagyság, mm (log)


Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 24 mm
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620
szabvány szerint
m_C = 5,10
m_B = 6,00
m_A = 7,10
C
II.
B
I.
A
11,2
22,4
31,4
44,8
$D_{max}/2$
D_{max}
$1,4 \times D_{max}$
$2 \times D_{max}$ (MSZ EN 12620)
Felező szita
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0,063
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
12
16
24
32
Szemnagyság, mm (log)



Szemmegoszlási határgörbe az MSZ 4798 szabvány szerint
31,5
44,8
63
Legnagyobb szemnagyság: D_{max} = 32 mm
m_C = 5,40
m_B = 6,35
m_A = 7,55
Frakciókeverék határértékek egyike
és közbenső ellenőrző szita
az MSZ EN 12620 szabvány szerint
II.
I.
C
B
A
$D_{max}/2$
D_{max}
$1,4 \times D_{max}$
"Felező szita"
$2 \times D_{max}$ (MSZ EN 12620)
Összes áthullott anyag mennyisége, tömeg%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0,06
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
16
32
48
Szemnagyság, mm (log)

A betonadalékanyag szemmegoszlásáról…

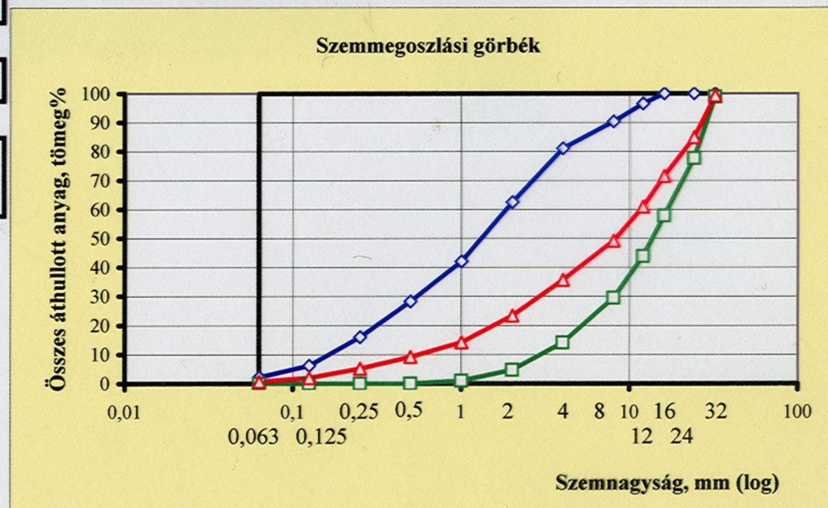


Példa az adalékanyag szemmegoszlásának tervezésére két részhalmazból

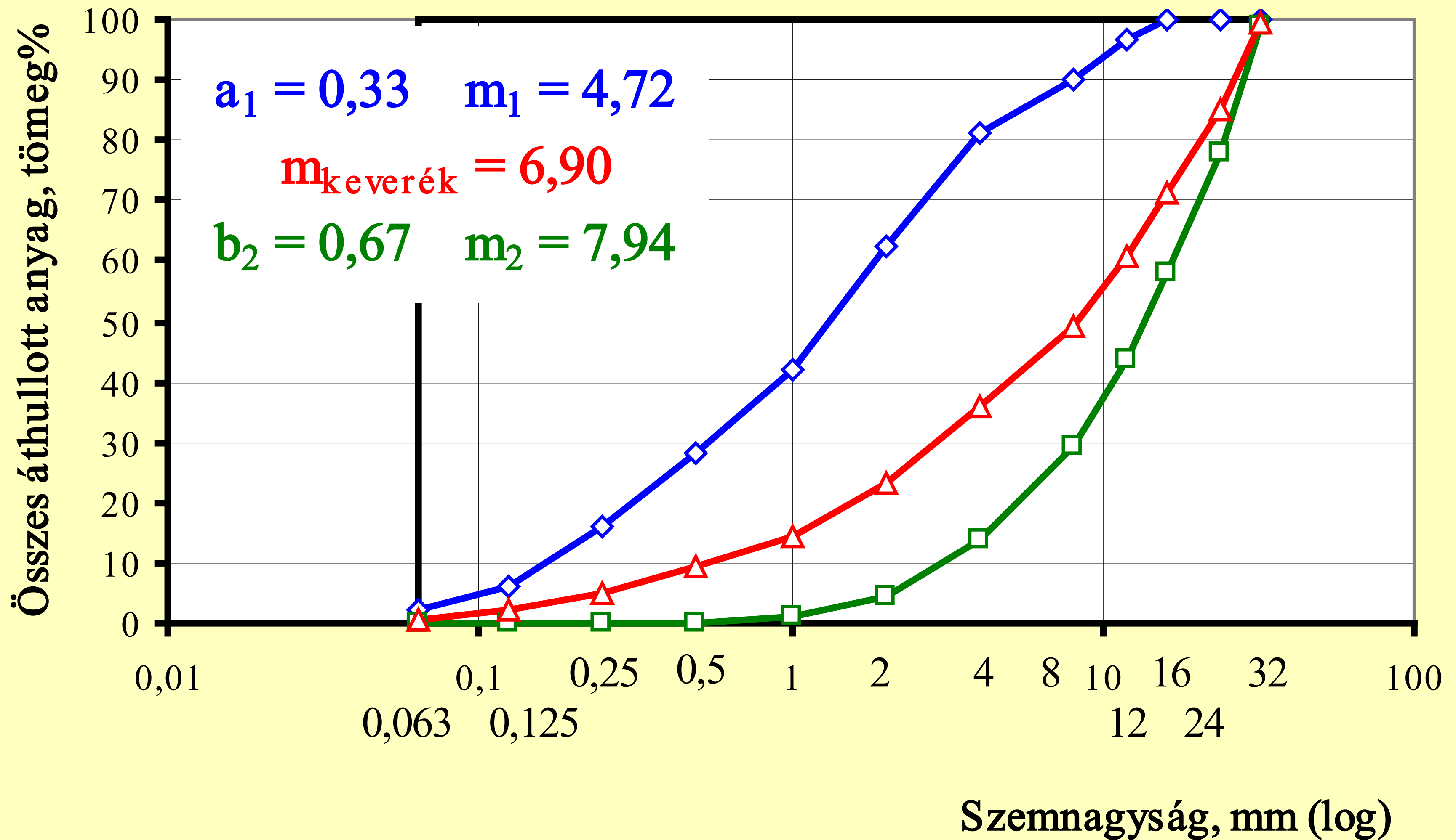
Szem-nagyság	a) szemhalmaz: 0,063/12 mm homokos kavics				b) szemhalmaz: 2/32 mm homokos kavics				ΣÁthull. részmenny.		Tervezett keverék	
	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	Fennmaradt anyag		ΣFennm.	ΣÁthull.	α*Σáth$_{0,063/12}$	β*Σáth$_{2/32}$	ΣÁthull.	ΣFennm.
mm	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	g	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%	tömeg%
32	-	-	0,0	100,0	110	1,1	1,1	98,9	32,3	67,0	99,3	0,7
24	-	-	0,0	100,0	2120	21,3	22,4	77,6	32,3	52,6	84,9	15,1
16	-	-	0,0	100,0	1980	19,8	42,2	57,8	32,3	39,1	71,4	28,6
12	175	3,5	3,5	96,5	1390	13,9	56,1	43,9	31,2	29,7	60,9	39,1
8	310	6,2	9,7	90,3	1440	14,4	70,6	29,4	29,2	19,9	49,1	50,9
4	460	9,2	19,0	81,0	1535	15,4	86,0	14,0	26,2	9,5	35,7	64,3
2	925	18,6	37,5	62,5	935	9,4	95,3	4,7	20,2	3,2	23,3	76,7
1	1020	20,5	58,0	42,0	370	3,7	99,0	1,0	13,6	0,6	14,2	85,8
0,5	685	13,7	71,7	28,3	95	1,0	100,0	0,0	9,1	0,0	9,1	90,9
0,25	615	12,3	84,1	15,9	-	-	100,0	0,0	5,2	0,0	5,2	94,8
0,125	485	9,7	93,8	6,2	-	-	100,0	0,0	2,0	0,0	2,0	98,0
0,063	200	4,0	97,8	2,2	-	-	100,0	0,0	0,7	0,0	0,7	99,3
0,0	110	2,2	100,0	0,0	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Összesen	4985	100,0			9975	100,0						

Legnagyobb szemnagyság:	**32 mm**
Ellenőrzés, $m_{tervezett}$ =	**6,90**

	a)		b)
Legnagyobb szemnagyság:	**12 mm**		**32 mm**
Finomsági modulus:	**4,72**	**$m_{tervezett}$ = 6,90**	**7,94**
Szemhalmaz tervezett részaránya:	**$\alpha_{0,063/12}$ = 0,323**		**$\beta_{2/32}$ = 0,677**



Két homokos kavics szemmegoszlását szita módszerrel vizsgáltuk.
A fenti táblázatban a finomabb anyag szita vizsgálatának eredményét kék számokkal, a durvább anyagét zöld számokkal tüntettük fel.
Írja le e két számoszlop adatait. Ezután a két homokos kavicsból, mint részhalmazokból, állítson elő $m_{tervezett}$ = 6,9 finomsági modulusú adalékanyag keveréket. Határozza meg, illetve ellenőrizze a finomsági modulust, a legnagyobb szemnagyságot mindhárom anyagra és a részhalmazok keverési arányát.
Rajzolja meg a szemmegoszlási görbéket logaritmikus abszcissza tengely felett.
Miután elkészült, hasonlítsa össze számítási és ábrabeli eredményeit ennek az oldalnak számítási eredményeivel és a szemmegoszlási görbék ábrájával.



$$a_1 \times m_1 + b_2 \times m_2 = m_{keverék}$$

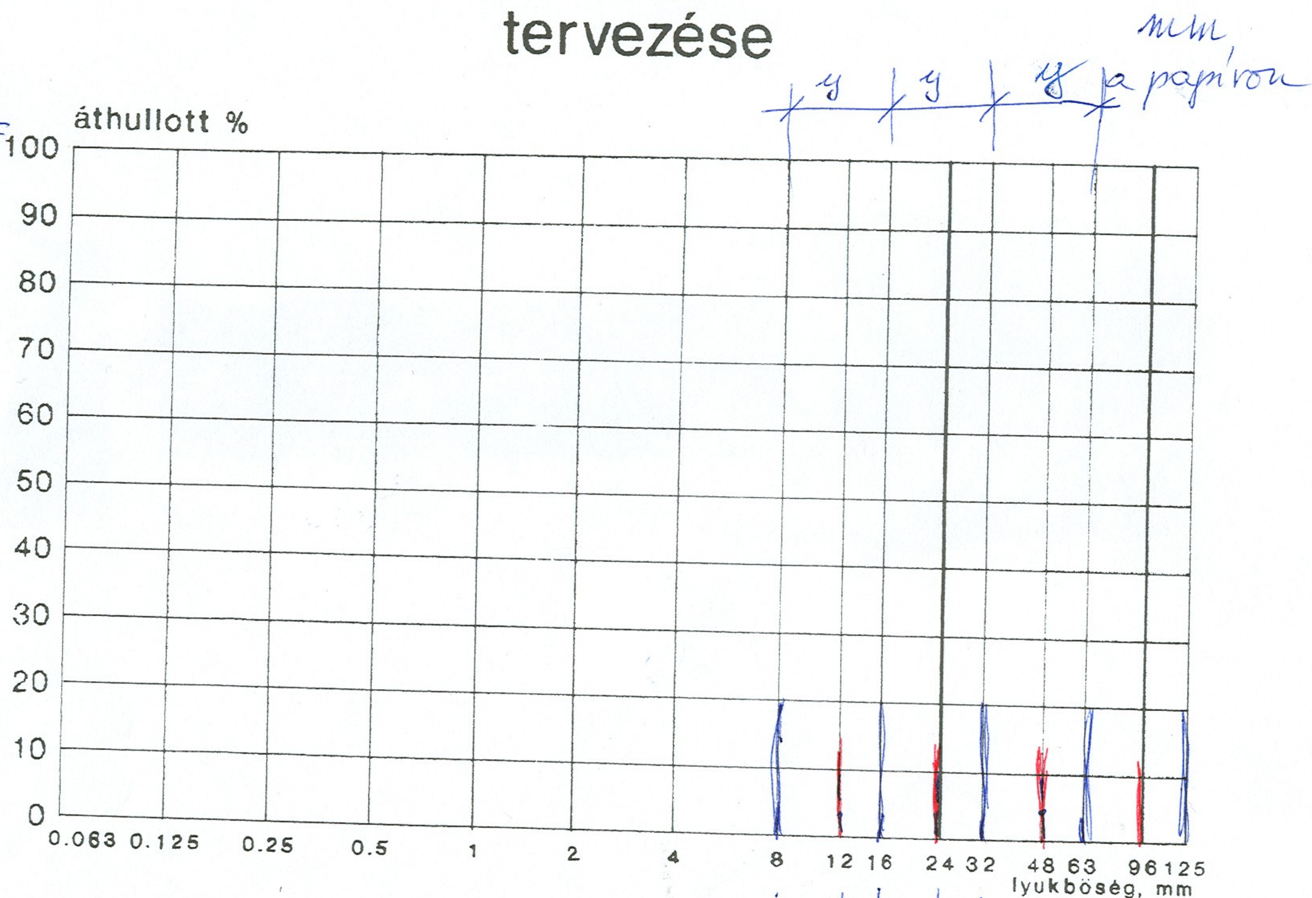
A felező sziták lyukbőségének a helye az abszcissza tengelyen

$$x = 0{,}585 \cdot y$$

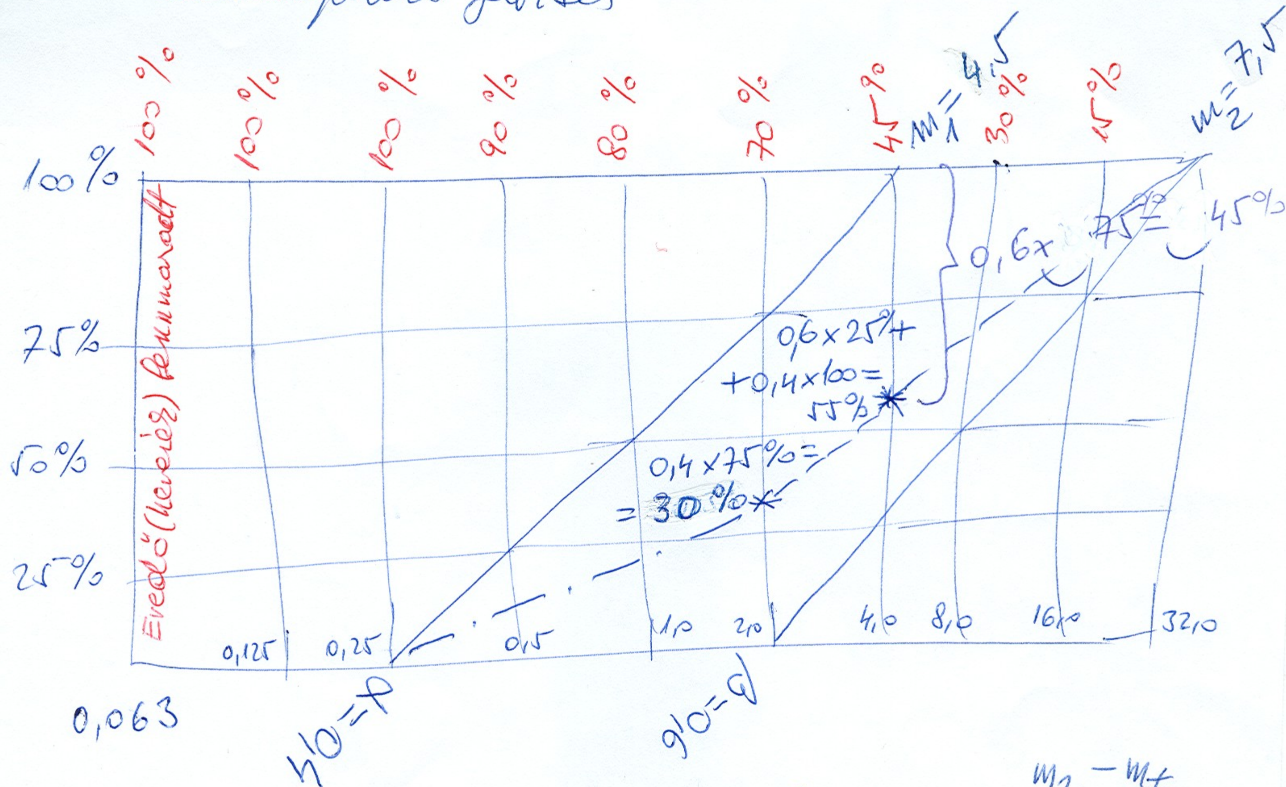
Magyarázat, példa:

$$\frac{x}{y} = \frac{\lg 24 - \lg 16}{\lg 32 - \lg 16} = \frac{\lg 1{,}5}{\lg 2} = \frac{0{,}1761}{0{,}3010} \cong 0{,}585$$

bármely felezőszita esetén



Szemmegoszlás javítás



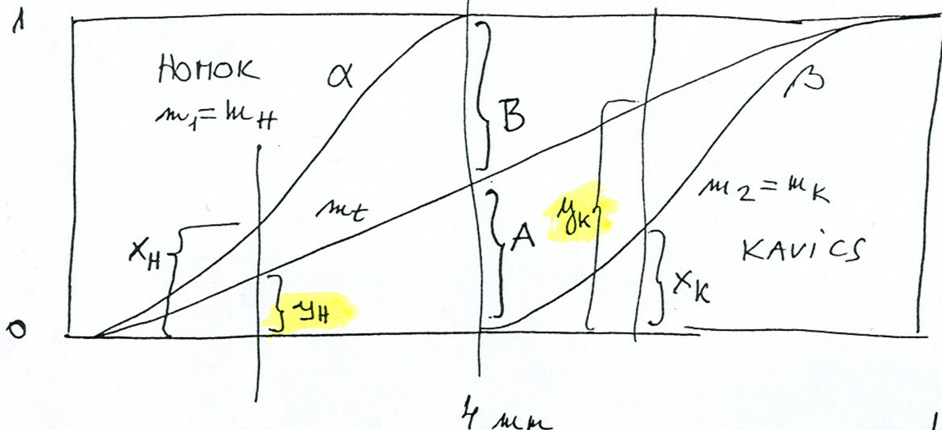
$$m_{tervezett} = 6{,}3 \qquad \alpha = \frac{m_2 - m_t}{m_2 - m_1}$$

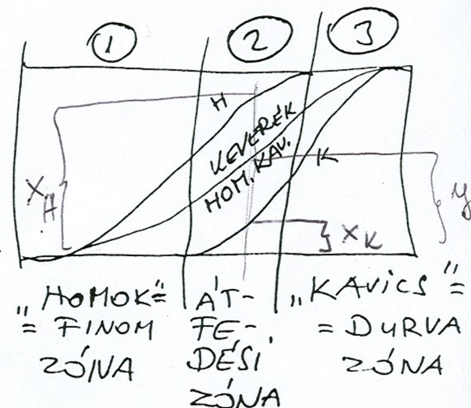
$$\alpha = \frac{7{,}5 - 6{,}3}{7{,}5 - 4{,}5} = 0{,}4$$

$$\beta = 1 - 0{,}4 = 0{,}6$$

Ellenőrzés: $\frac{100+100+100+90+80+70+45+30+15}{100} = 6{,}3$

SZEMMEGOSZLÁS JAVÍTÁS





mert $A = \alpha$

HOMOK ZÓNA $\frac{A}{1} = \frac{y_H}{x_H}$ $\quad y_H = A \cdot x_H = \alpha \cdot x_H$ azaz $y_H = \alpha \cdot x_H + \beta \cdot \underset{\uparrow\,\text{zérus}}{x_K}$

ÁTFEDÉSI ZÓNA $\quad y = \alpha \cdot x_H + \beta \cdot x_K$

(1)	$x_H \neq 1$	$x_K = 0$
(2)	$x_H \neq 1$	$x_K \neq 0$
(3)	$x_H = 1$	$x_K \neq 0$

KAVICS ZÓNA $\frac{B}{1} = \frac{1 - y_K}{1 - x_K}$

$B(1 - x_K) = 1 - y_K$

$\beta(1 - x_K) = 1 - y_K$

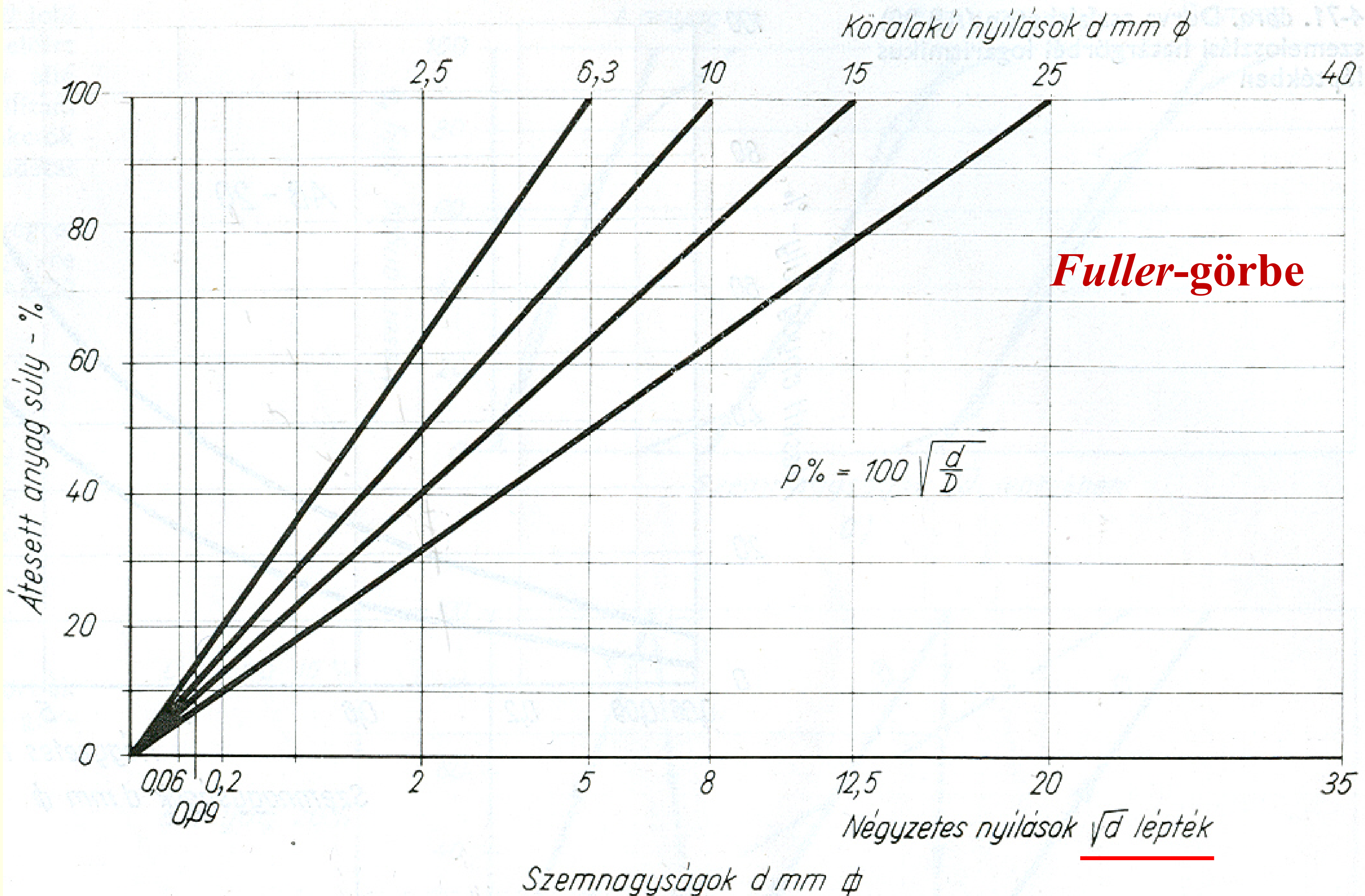
$y_K = 1 - \beta(1 - x_K) = 1 - \beta + \beta x_K = \alpha + \beta x_K$

azaz $y_K = \alpha \cdot \underset{\uparrow\,x_H}{1} + \beta x_K$

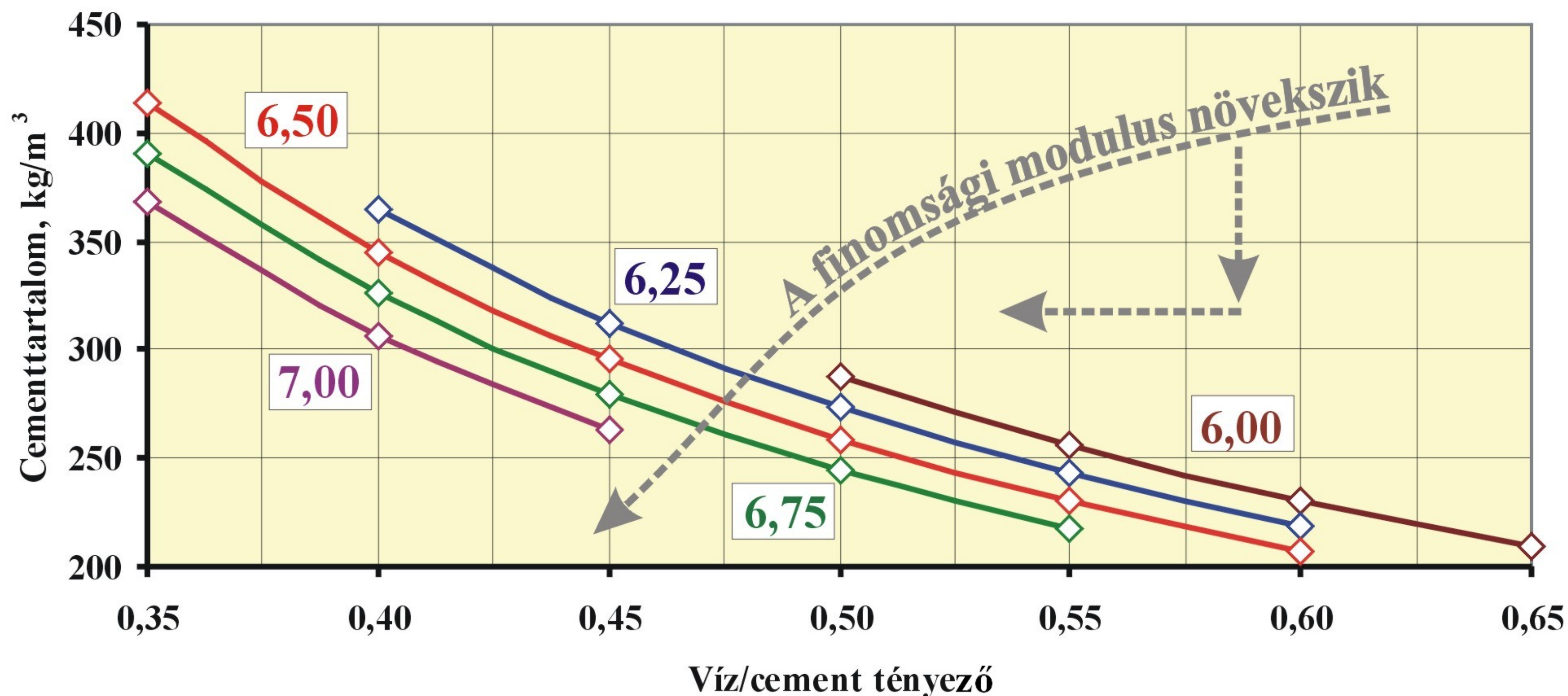
$\alpha = \frac{m_2 - m_t}{m_2 - m_1}$

$m_1 < m_t < m_2$

$\alpha + \beta = 1 \quad \beta = 1 - \alpha$

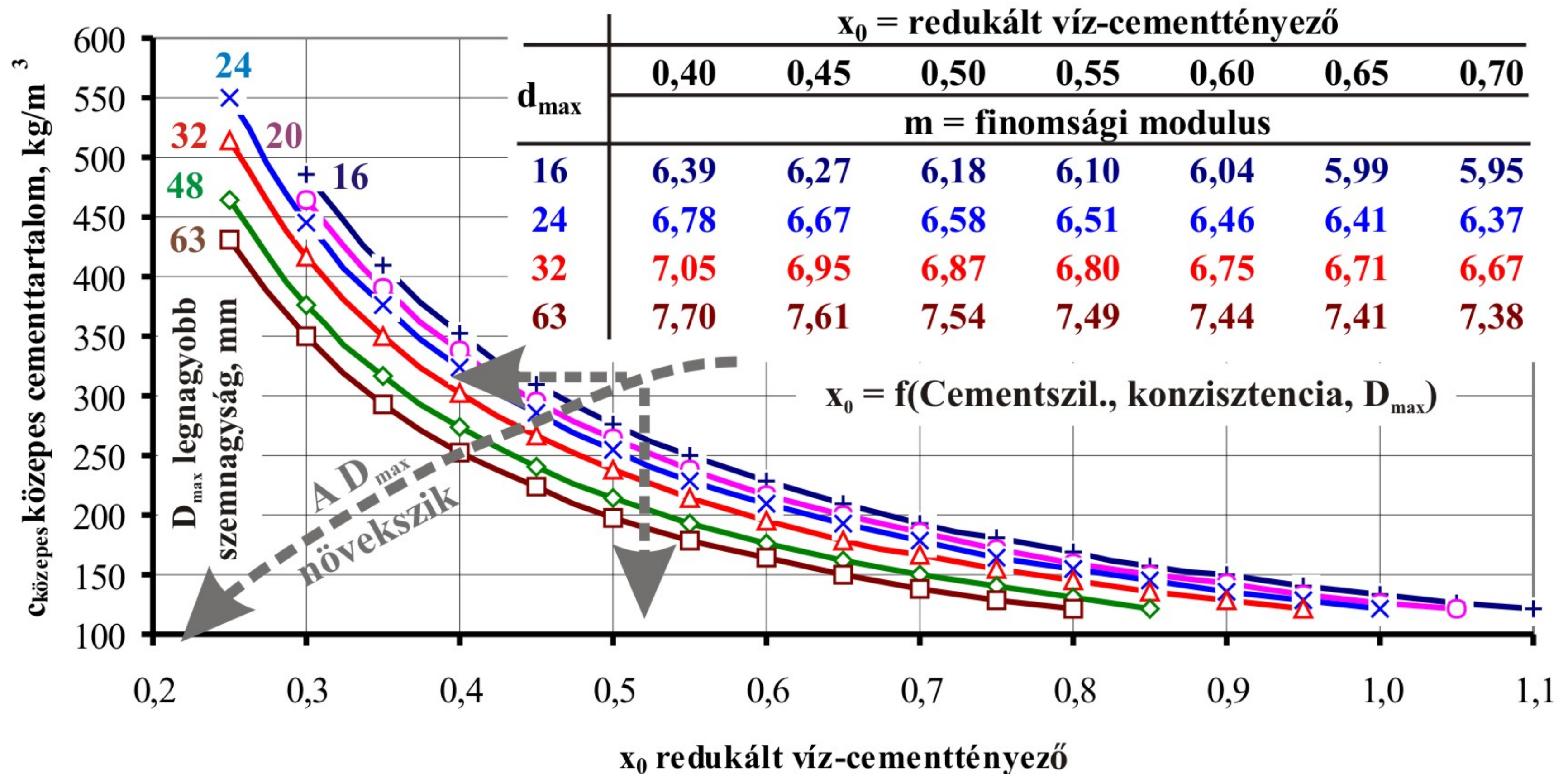


Dr. Nemesdy Ervin: Utak és autópályák pályaszerkezete.
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971.



A finomsági modulus, a cementtartalom és a víz/cement tényező kapcsolata
CEM 42,5 jelű cement, földnedves konzisztencia és D_{max}=24 mm esetén
Cementtartalom, kg/m³
450
400
350
300
250
200
0,35
0,40
0,45
0,50
0,55
0,60
0,65
Víz/cement tényező
6,50
6,25
7,00
6,00
6,75
A finomsági modulus növekszik

A kavicsbeton közepes cementtartalma a redukált víz-cementtényező és a legnagyobb szemnagyság függvényében



d_{max}	x_0 = redukált víz-cementtényező						
	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
	m = finomsági modulus						
16	6,39	6,27	6,18	6,10	6,04	5,99	5,95
24	6,78	6,67	6,58	6,51	6,46	6,41	6,37
32	7,05	6,95	6,87	6,80	6,75	6,71	6,67
63	7,70	7,61	7,54	7,49	7,44	7,41	7,38

Egyenlőtlenségi együttható

Az adalékanyag szemmegoszlásának egy további jellemzője, amelyet az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a szemmegoszlási görbe 70 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{70}) és a szemmegoszlási görbe 10 tömegszázalékos (térfogatszázalékos) ordináta értékéhez tartozó szemnagyság (d_{10}) hányadosaként kell kiszámítani. Jele: $U_{70/10}$

A beton adalékanyagok szemmegoszlási határgörbéinek egyenlőtlenségi együtthatói

Legnagyobb szemnagyság mm	Szemmegoszlási határgörbe jele		
	A	B	C
	$U_{70/10} = d_{70}/d_{10}$ egyenlőtlenségi együttható		
8	11	18	16
12	11	22	20
16	14	22	28
20	14	27	27
24	14	32	28
32	15	38	40
48	16	46	41
63	20	59	49

Azonos (pl. I. osztályú) **finomsági modulust eltérő** (pl. az „*A*" határgörbét a durva szemek tartományában lefelé, a „*B*" határgörbét a közepesen finom szemek tartományában felfelé átlépő) **szemmegoszlással is el lehet érni, ilyenkor a különbség az** ***$U_{70/10}$*** **egyenlőtlenségi együtthatóban jelenik meg.**

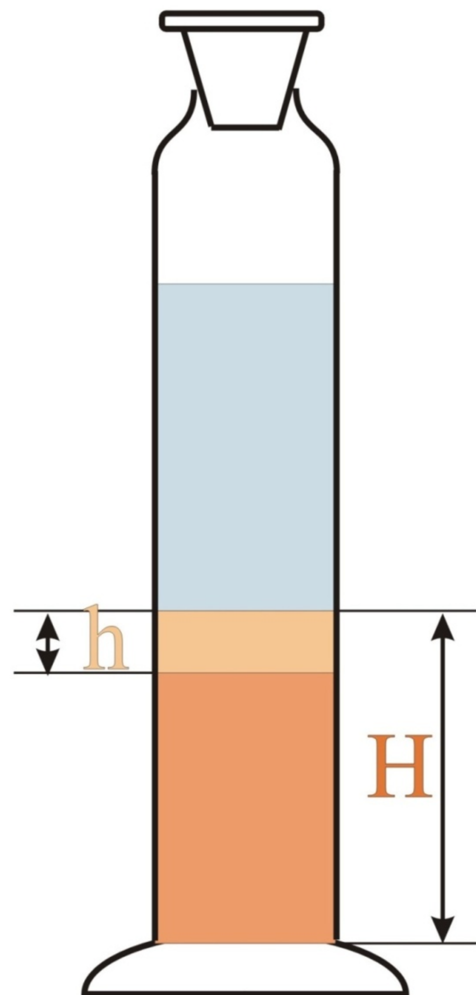
MSZ 18288-2:1984 Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemmegoszlás vizsgálata ülepítéssel Homokok vizsgálatára alkalmas!

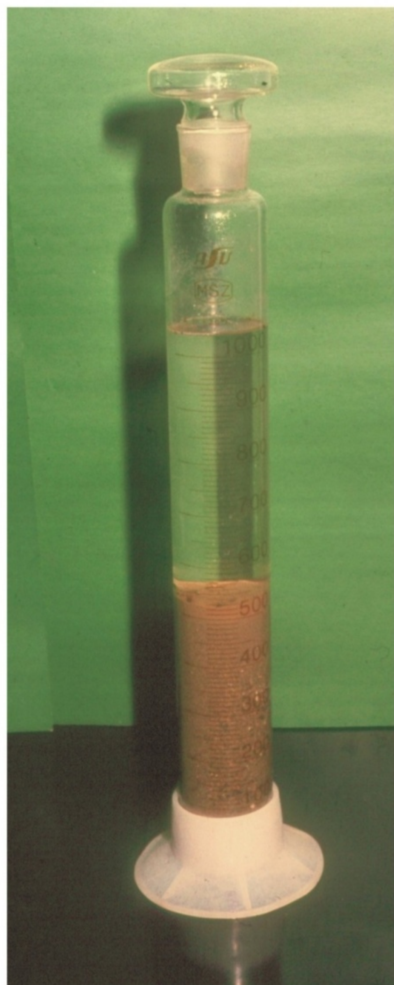
9. **Iszap- és agyagtartalom térfogatos ülepítő vizsgálata**

(A szabvány érvényben van)

Vizsgálati anyag szemnagysága: 0-4 mm.

A vizsgálati anyaggal az 500 ml jelig és ivóvízzel az 1000 ml jelig feltöltött mérőhengert vízszintesen a feltöltés után, majd 20, 40 és 60 perc múlva ismét fel kell rázni. Az utolsó összerázás után 24 órával le kell olvasni a *h* és *H* térfogatokat, és ki kell számítani az $AI = 100 \times h/H$ [térfogat%] értéket.





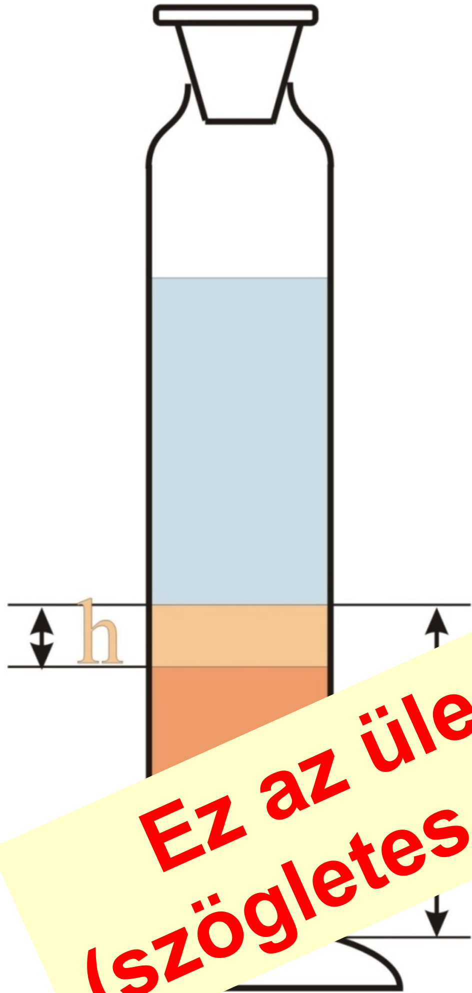
Az <u>agyag</u> 0,002 mm-nél kisebb, az <u>iszap</u> 0,02 - 0,002 mm közötti szemnagyságú üledékes kőzet.

Stokes **törvénye szerint 2,7 g/cm³ sűrűségű, gömb alakú szemre:**

$$r = 0{,}00519 \times \sqrt{v}$$, **ahol**

r **a szem sugara mm-ben és** ***v*** **az ülepedés sebessége cm/s-ban**

[*Vendl Aladár*: Geológia. I. kötet. Tankönyvkiadó. Budapest, 1958]



Az **agyag**

0,002 m

szap

,02 - 0,002 mm

közötti

szemnagyságú

üledékes kőzet.

Ez az ülepítéses módszer zúzott szemek (szögletes szemek) esetén nem alkalmazható!

Stokes törvénye szerint 2,7 g/cm^3 sűrűségű, **gömb alakú** szemre:

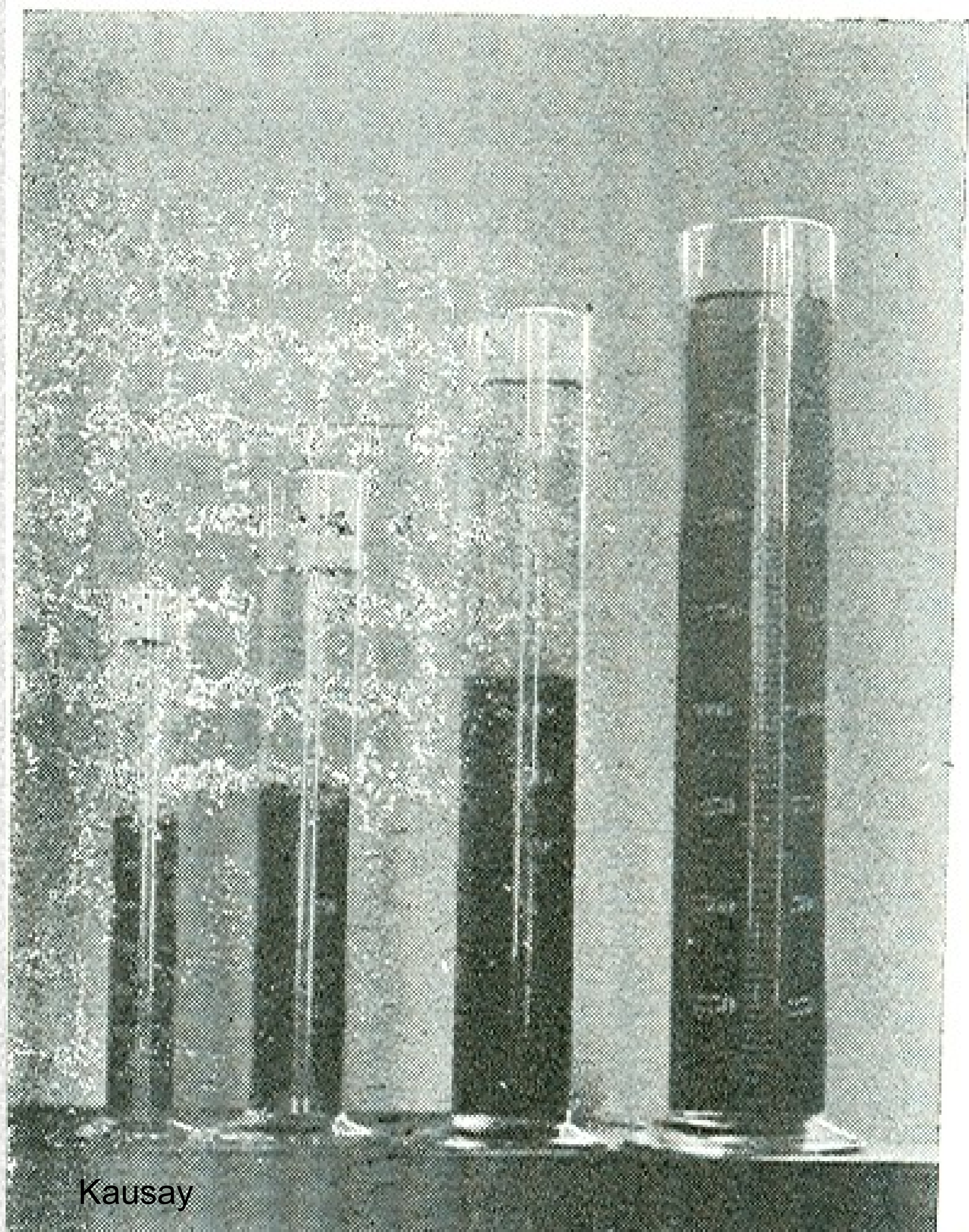
$r = 0{,}00519 \times \sqrt{v}$, ahol

r a szem sugara mm-ben és *v* az ülepedés sebessége cm/s-ban

[*Vendl Aladár*: Geológia. I. kötet. Tankönyvkiadó. Budapest, 1953]

Az MSZ 18288-2:1984 szabvány 9. fejezet és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint térfogatos ülepítő vizsgálattal meghatározott *AI* agyag-iszaptartalom (névleges 0,02 mm-nél kisebb szemek mennyisége) határértékei

Minőségi osztály jele	Agyag- és iszaptartalom térfogat%	Alkalmazási terület, legfeljebb
P	$AI \leq 3$	Feszített vasbeton és útpályaszerkezeti beton, valamint C50/60 vagy annál nagyobb nyomószilárdsági osztályú beton és vasbeton
Q	$3 < AI \leq 6$	C20/25 és C45/50 közötti nyomószilárdsági osztályú beton és vasbeton (kivéve az útpályaszerkezeti betont)
R	$6 < AI \leq 10$	Legfeljebb C16/20 nyomószilárdsági osztályú beton
S	$10 < AI \leq 20$	Feltöltés, ágyazat



Kausay

Az agyag- és iszaptartalom mérése mérőhengerben régi módszer.

A fénykép forrása: *Lampl Húgó* és *Sajó Elemér* „A BETON” c. 1914-ben kiadott könyvének 19. képe

Ha a térfogatos ülepítő vizsgálat eredménye szerint a minta agyag-iszaptartalma a megengedettnél nagyobb, akkor a 4 mm-es szitán vizes szitálással átmosott szemeken ásványtani vizsgálattal (MSZ 18281:1979, érvényes szabvány) lehet az agyagásvány mennyiségét meghatározni.

A hidrometrálással, ásványtani vizsgálattal meghatározott agyagásvány megengedett mennyiségére követelmény nem ismeretes, ezért a kérdéses homok, illetve homokos kavics betonadalékanyagkénti alkalmazhatóságáról szakértő véleményét kell kérni. (MSZ 4798:2016)

Finomszem tartalom

Az adalékanyagban azon szemek összessége, amelyek szemnagysága ≤ 0,063 mm.

Lisztfinomságú alkotóanyagok a betonban

A friss betonban azon szilárd anyagok összege, amelyek szemnagysága ≤ 0,125 mm. Tehát a cement, a kiegészítőanyagok és az adalékanyagok ebbe a tartományba eső frakciói összesen.

Finom alkotóanyagok a betonban

A friss betonban azon szilárd anyagok összege, amelyek szemnagysága ≤ 0,25 mm. Tehát a cement, a kiegészítőanyagok és az adalékanyagok ebbe a tartományba eső frakciói összesen.

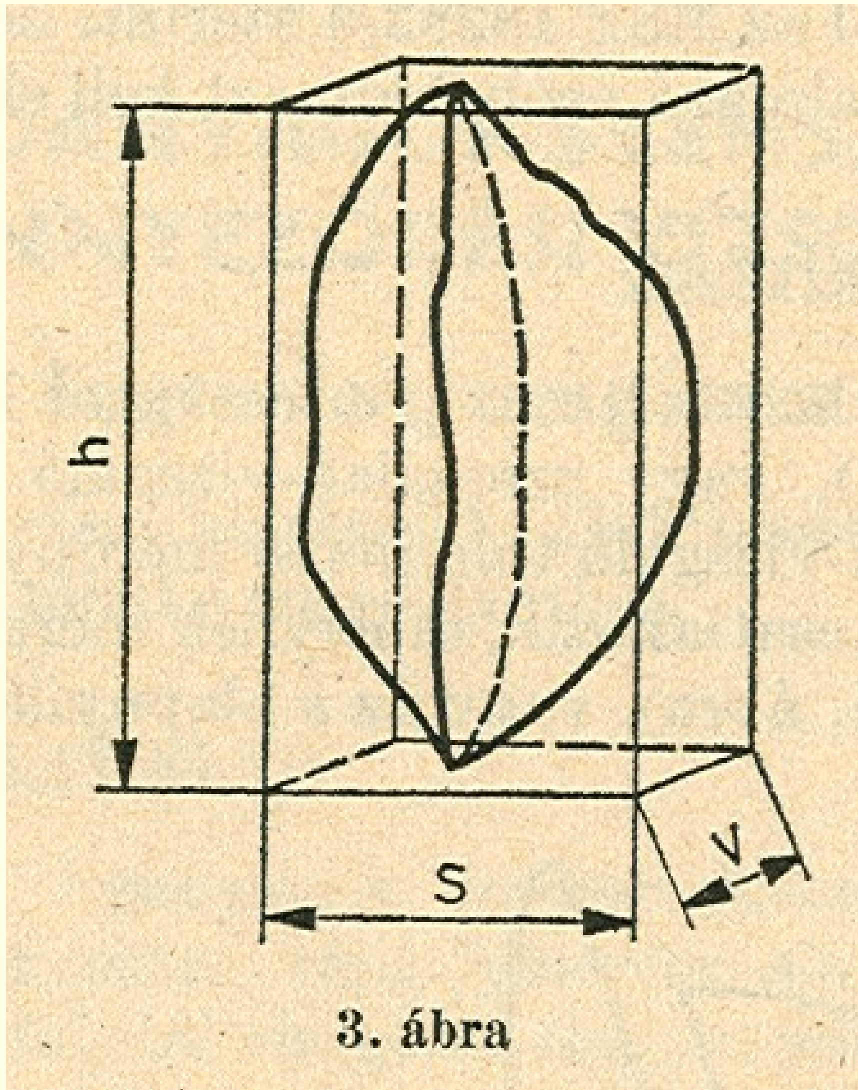
Lisztfinomságú (0,125 mm alatti) szemek megengedett legnagyobb mennyisége, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága 16 mm és 63 mm közötti, a DIN 1045-2:2008 szabvány 5.3.2 szakasza, F.4.1 és F.4.2 táblázata szerint

Cementtartalom, kg/m^3	Lisztfinomságú (0,125 mm alatti) szemek megengedett legnagyobb mennyisége kg/m^3
ha a beton, illetve könnyűbeton nyomószilárdsági osztálya *nem nagyobb* mint C50/60, illetve LC50/55, és a beton környezeti osztálya XF és/vagy XM	
≤ 300	400
≤ 350	450
ha a beton, illetve könnyűbeton nyomószilárdsági osztálya *nagyobb* mint C50/60, illetve LC50/55 a beton valamennyi környezeti osztálya esetén	
≤ 400	500
450	550
≥ 500	600

Az adalékanyag finomszem tartalma (≤ 0,063 mm) ártalmatlannak tekinthető, ha az adalékanyagnak az MSZ EN 933-1 szerinti vizes szitavizsgálattal meghatározott finomszem tartalma kisebb, mint 3 tömeg%.

SZEMALAK

'02 11 22

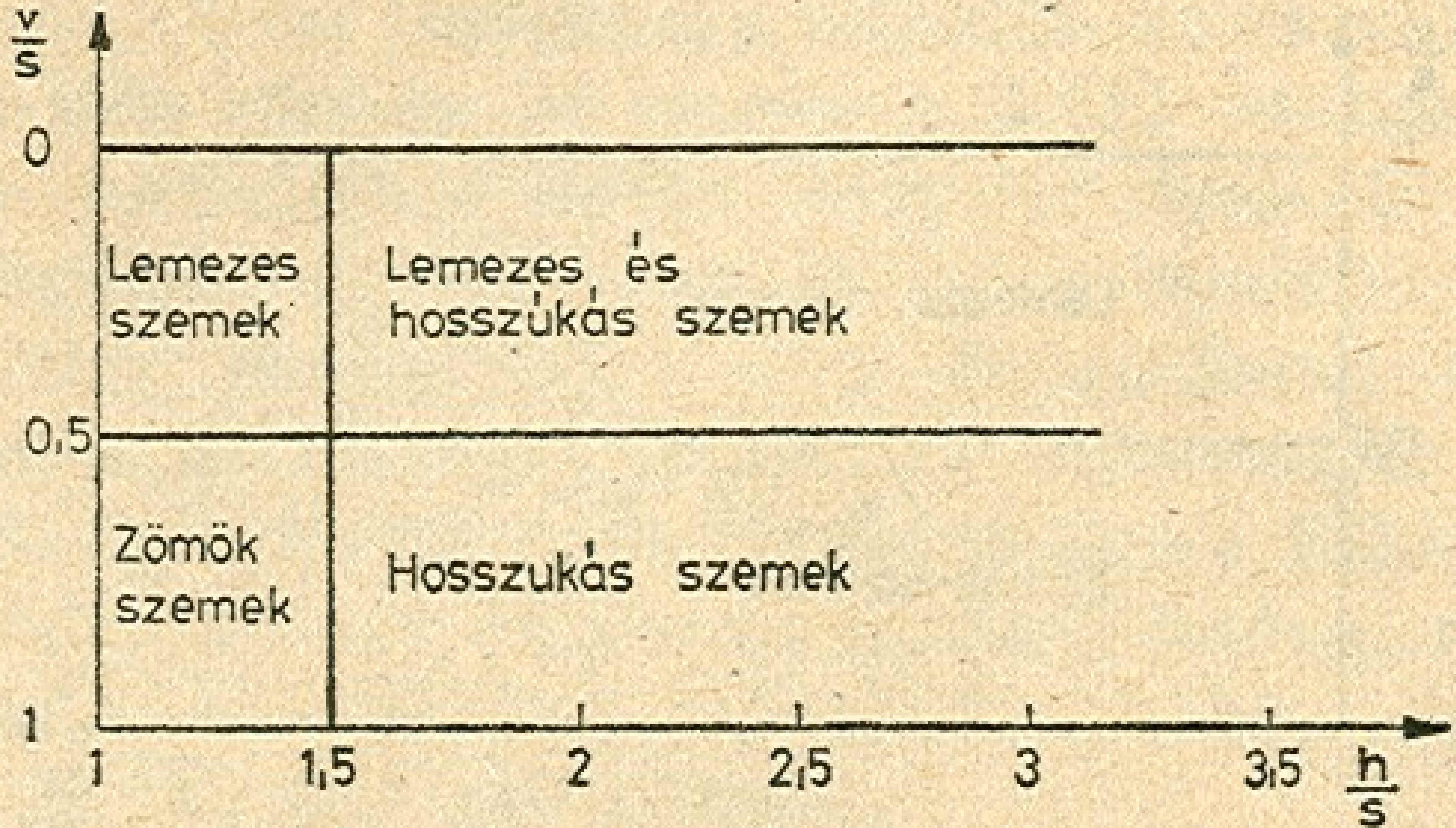


3. ábra

Az MSZ 18288-3:1978 „Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálat. Szemalak vizsgálata” című szabványban egyaránt szerepelt a szemhalmaz (frakció) szemalakjának

- **a h/s és v/s tengelyarányok,**
- **a h/v tengelyarány és**
- **a v/s tengelyarány szerinti jellemzése.**

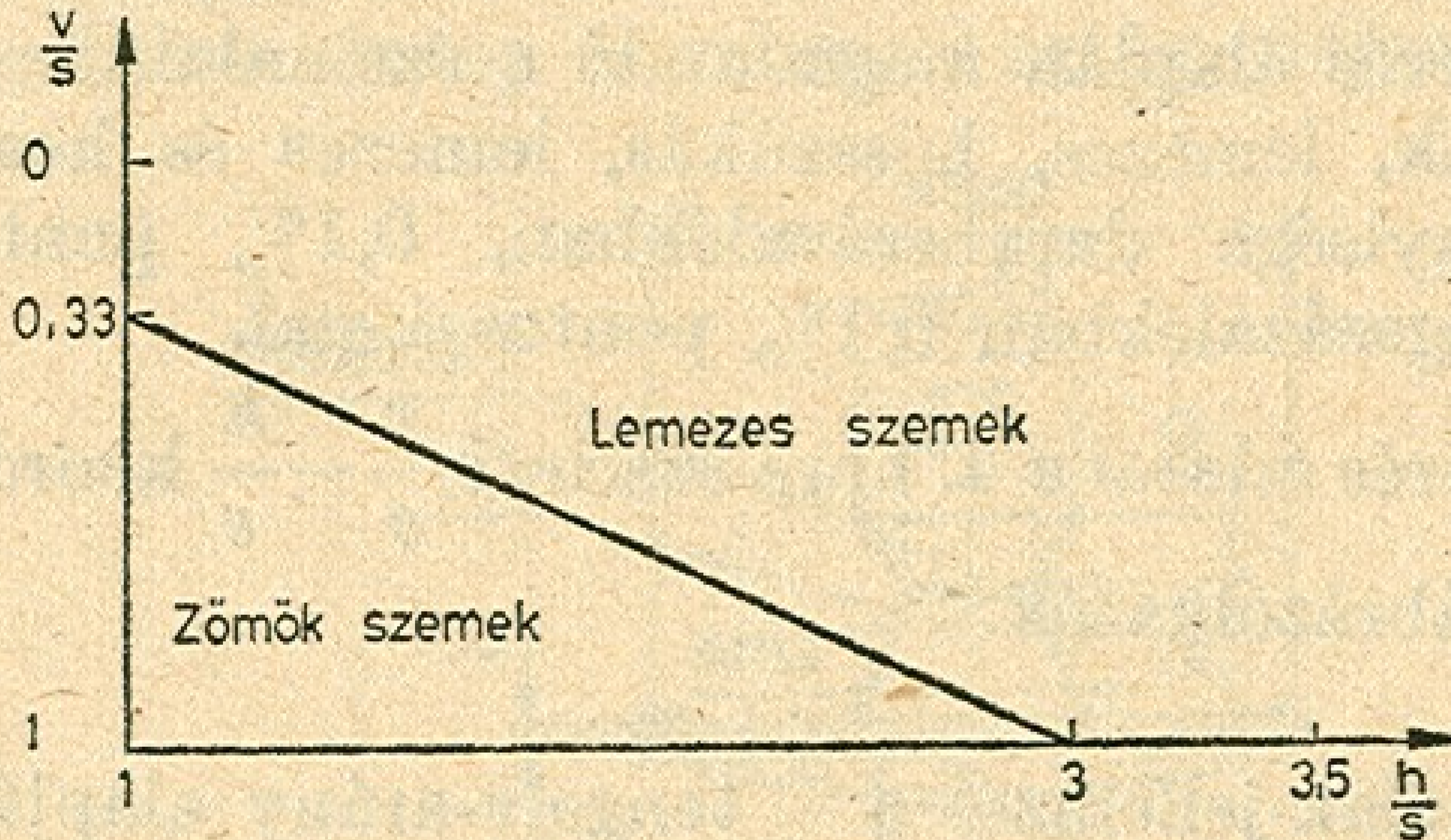
MSZ 18288-3:1978
A szemalak jellemzése a h/s és v/s tengelyarányok alapján



4. ábra

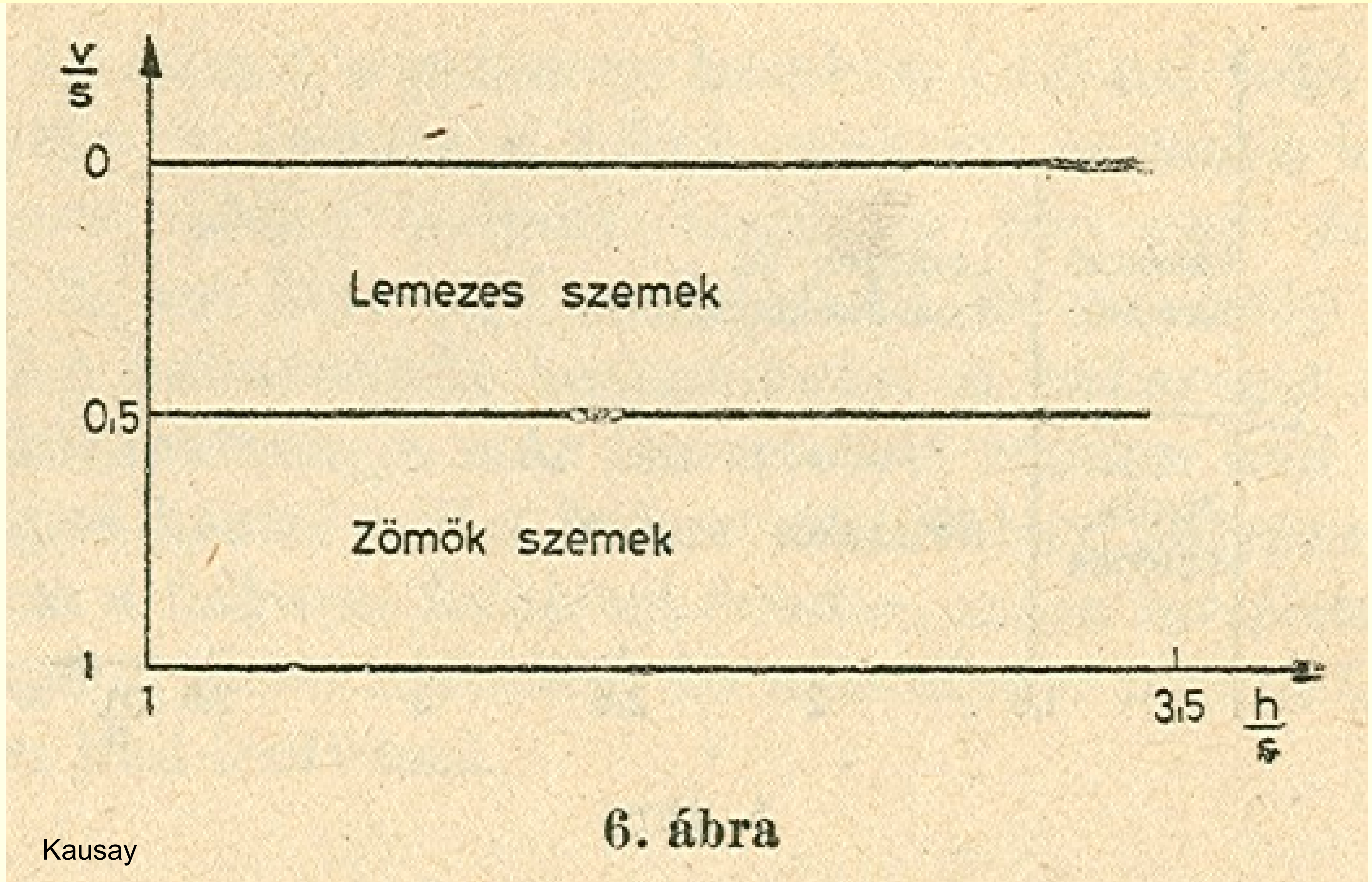
Kausay

MSZ 18288-3:1978
A szemalak jellemzése a h/v tengelyarány alapján

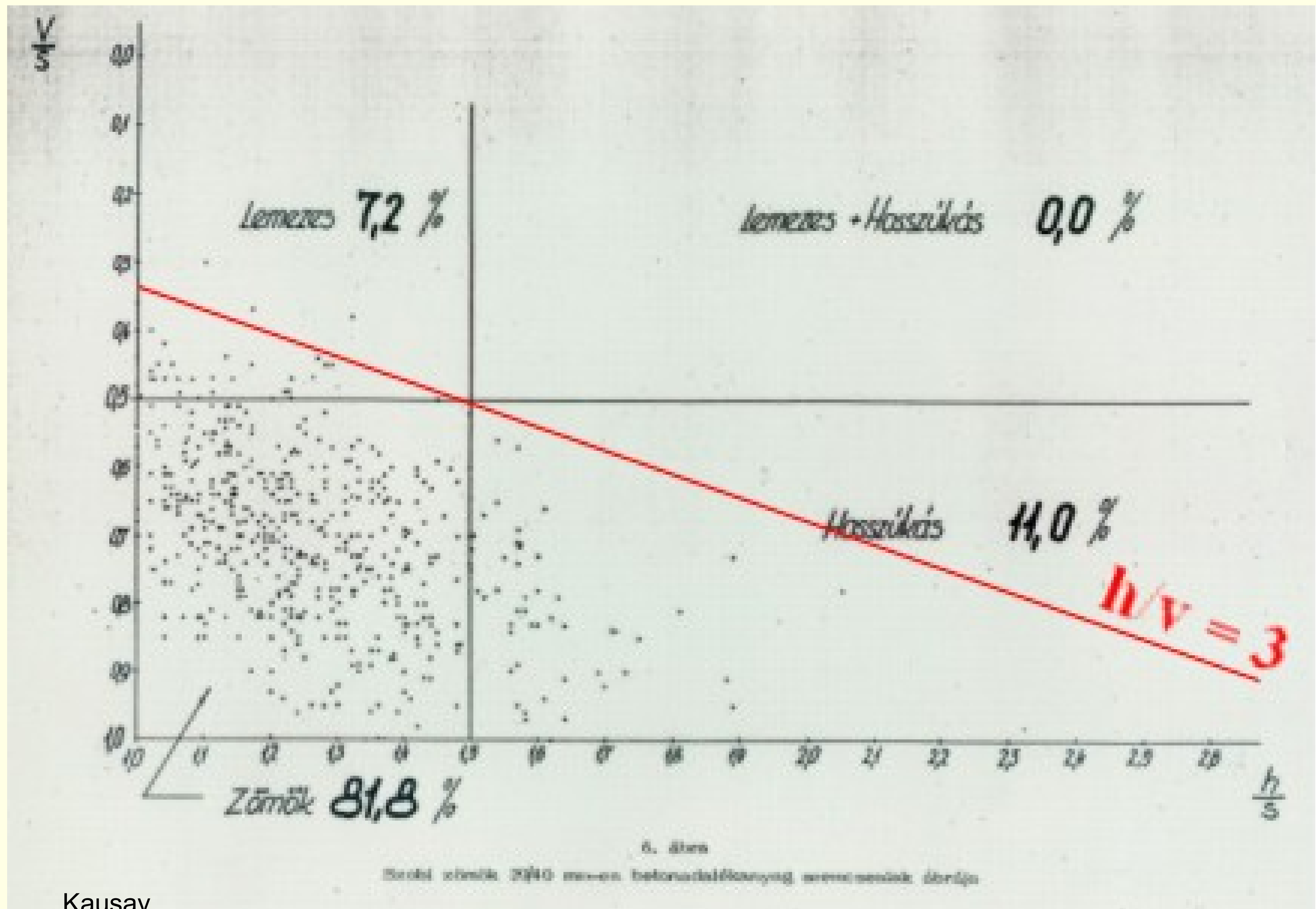


5. ábra

MSZ 18288-3:1978
A szemalak jellemzése a v/s tengelyarány alapján



6. ábra



v/s
Lemezes 7,2 %
Lemezes + Hosszúkás 0,0 %
Hosszúkás 11,0 %
h/v = 3
Zömök 81,8 %
h/s
Kausay

v/s=0,5

h>s>v

v

s=2.v

h/v=3

v

h=3.v

MSZ EN 12620:2003

9. táblázat: A szemalak tényező megengedett értéke szerinti osztályok

Szemalak tényező h/v szerint	Osztály SI
≤ 15	SI_{15}
≤ 20	SI_{20}
≤ 40	SI_{40}
≤ 55	SI_{55}
> 55	$SI_{megadott}$
Nincs követelmény	SI_{NR}

Az *I* betűjel az index szóból ered

Vizsgálat: MSZ EN 933-4 szabvány szerint

ÚT 2-3.601:2006 „Útépítési zúzottkövek és zúzottkavicsok” útügyi műszaki előírás szerint a 4 mm-nél nagyobb szemek tartományában a h/v tengelyarány szerinti lemezes szemek megengedett részaránya:

- a KZ termékosztályban 22 mm alatt legfeljebb 20 tömeg%, 22 mm felett legfeljebb 35 tömeg%;
- az NZ termékosztályban legfeljebb 50 tömeg%;
- a Z termékosztályban legfeljebb 70 tömeg%;
- a ZK 4/8, ZK 8/11 és ZK 8/16 termékosztályban legfeljebb 15 tömeg%, a ZK 4/11 és ZK 11/22 termékosztályban legfeljebb 25 tömeg% volt.

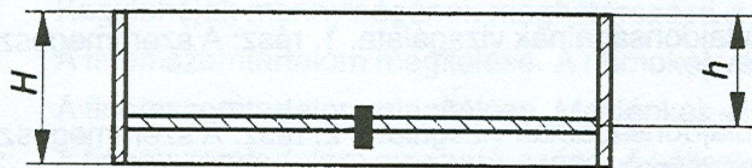
Szemalak jellemzése réses rostával

MSZ EN 933-3:1998 **Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 3. rész: A szemalak meghatározása. Lemezességi szám**

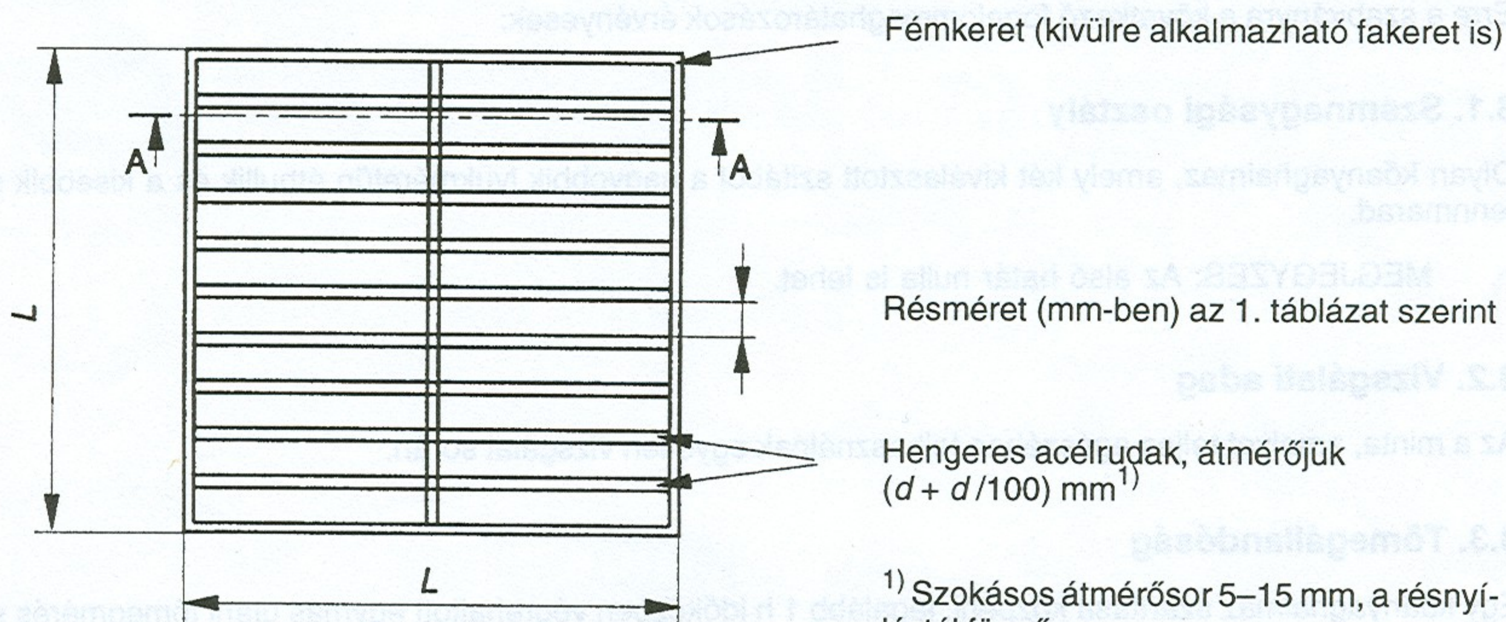
A vizsgálat két szitálásból áll.

Az első szitálás során a mintát szabványos (ISO 3310-2), négyzetes nyílású szitákkal kell különböző d_i/D_i szemnagyságú részhalmazokra szétszitálni.

Ezután minden részhalmazt $D_i/2$ nyílásméretű résrostán kell átszitálni.



Az *L* méretnek - résrostánként - igazodnia kell a résméterekhez, amelyek közül egy sem szabad, hogy eltérjen az előírástól.



1. ábra: Résrosták

Részhalmaz szemnagysága, mm

Kornklasse d_i/D_i mm	Schlitzweite des Stabsiebes mm
63/80	40 ± 0,5
50/63	31,5 ± 0,5
40/50	25 ± 0,4
31,5/40	20 ± 0,4
25/31,5	16 ± 0,4
20/25	12,5 ± 0,4
16/20	10 ± 0,2
12,5/16	8 ± 0,2
10/12,5	6,3 ± 0,2
8/10	5 ± 0,2
6,3/8	4 ± 0,15
5/6,3	3,15 ± 0,15
4/5	2,5 ± 0,15

Résrosta nyílása, mm

8. táblázat: A lemezességi szám megengedett értéke szerinti osztályok

Lemezességi szám Résrosta szerint	Osztály FI
≤ 15	FI_{15}
≤ 20	FI_{20}
≤ 35	FI_{35}
≤ 50	FI_{50}
> 50	$FI_{megadott}$
Nincs követelmény	FI_{NR}

Az *I* betűjel az index szóból ered

MSZ EN 13043:2003

7. táblázat: A lemezességi szám megengedett értéke szerinti osztályok **Vizsgálat: MSZ EN 933-3 szerinti réses rostálással**

Lemezességi szám	Osztály *FI*
≤ 10	FI_{10}
≤ 15	FI_{15}
≤ 20	FI_{20}
≤ 25	FI_{25}
≤ 30	FI_{30}
≤ 35	FI_{35}
≤ 50	FI_{50}
> 50	$FI_{megadott}$
Nincs követelmény	FI_{NR}

MSZ 18288-3:1978 „Építési kőanyagok szemszerkezeti és szennyeződési vizsgálata. Szemalak vizsgálata” (Visszavont szabvány)

3. fejezet: Szemalak közvetett jellemzése tölcséres méréssel, 4 mm alatti szemek esetén

A tölcséres kifolyási idő a halmaz viszkozitásával, a halmaz mozgással szembeni belső ellenállásával összefüggő jellemző.

Mérjük a kifolyási időt másodpercben és kiszámítjuk a „K” kifolyási számot, amely az 1 liter (1 dm^3) anyag kifolyásához szükséges idő másodpercben.

Tölcséres kifolyás a 4 mm alatti szemek szemalakjának vizsgálatára

Vizsgálati osztály mm	Próbahalmaz legkisebb mennyisége, g	Vizsgáló eszköz
0,063 -0,125 0,125 - 0,25 0,25 - 0,5 0,5 - 1	500	„A” jelű, Ø 10 mm nyílású tölcsér
1 - 2 2 - 4	3000	„B” jelű, Ø 25 mm nyílású tölcsér

$$K = \frac{t * \rho}{M} * 1000 = \frac{t * \frac{M}{V}}{M} * 1000 = \frac{t}{V} * 1000 \qquad \left[\frac{sec}{cm^3} * 1000 = \frac{sec}{dm^3} \right]$$

Számpélda a nagy tölcsérrel való mérésre, 1/4 mm szemnagyságú homok és bazalt zúzottkő esetén

	Homok, ρ = 2,65 g/cm^3	Zúzottkő, ρ = 2,80 g/cm^3
Kifolyási idő, *t*	14,4 sec	18,0 sec
Kifolyási szám, *K*	12,72 sec/dm^3	16,8 sec/dm^3

Köszönöm a figyelmüket…

Tekintsék meg a részleteket is a
106, 107 és 108 dolgozatban

'06 06 14